

Daniel W. Peters

Technische und betriebswirtschaftliche Analyse der TK- und IT-Infrastruktur der ews gGmbH

Prüfung eines Übergangs zu VoIP-Telefonie
und des Transfers einzelner dezentraler
Peer-to-Peer-Netzwerke in eine standortübergreifende
VPN-basierte Client/Server-Architektur.

eingereicht als

MASTERARBEIT

an der

HOCHSCHULE MITTWEIDA

UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Fachbereich Informationstechnik und Elektrotechnik

Mittweida, 2009

Erstprüfer:	Herr Prof. Dr.-Ing. Mario Geißler
Zweitprüfer:	Herr Prof. Dr.-Ing. Wilfried Schmalwasser

Vorgelegte Arbeit wurde verteidigt am:

Bibliographische Beschreibung:

Peters, Daniel W.:

Technische und betriebswirtschaftliche Analyse der TK- und IT-Infrastruktur der ews gGmbH – Prüfung eines Übergangs zu VoIP-Telefonie und des Transfers einzelner dezentraler Peer-to-Peer-Netzwerke in eine standortübergreifende VPN-basierte Client/Server-Architektur. – 2009. - 153 S. Mittweida, Hochschule Mittweida, Fachbereich Informationstechnik und Elektrotechnik, Masterarbeit, 2009

Referat:

Ziel dieser Masterarbeit ist es zu überprüfen, ob die Umstellung eines mehrere Standorte umfassenden mittelständigen Unternehmens von mehreren klassischen TK-Anlagen auf eine VoIP-Lösung betriebswirtschaftlich sinnvoll ist und welche Risiken und Probleme damit einhergehen. Im Zusammenhang mit dieser Umstellung soll die Überführung der teilweise Peer-to-Peer-basierten und teilweise Client/Server-basierten dezentralen Standortnetzwerke in ein standortübergreifendes unternehmensweites Client/Server-basiertes Netzwerk betrachtet werden. Die dabei erarbeiteten Lösungen werden von der Geschäftsführung auch unter Kostengesichtspunkten betrachtet und kommen nur zur Umsetzung, wenn sich dadurch Einsparungen ergeben.

Hinweise

Die Nennung der männlichen Bezeichnungen für Mitarbeiter, Anwender und Benutzer meinen ausdrücklich auch Mitarbeiterinnen, Anwenderinnen und Benutzerinnen.

Alle genannten Markenrechte und eingetragenen Warenzeichen verbleiben bei den jeweiligen Inhabern.

Jegliche Haftung für mögliche Schäden, die durch die Verwendung hier gegebener Hinweise oder Anleitungen entstehen, wird abgelehnt.

Vorwort

Aus unserem modernen Leben ist die schnelle Kommunikation über Telefon, Fax und E-Mail nicht mehr wegzudenken. Seit vielen Jahren haben sich Telefonanlagen in Unternehmen bewährt, später kamen noch PC-Netzwerke hinzu. Das hatte in Unternehmen zur Folge, dass sowohl eine TK-, als auch eine EDV-Infrastruktur etabliert werden musste.

Die, im Vergleich zum Telefon, relativ neue Technologie Voice over IP ist in der Lage diese Situation zu ändern, indem Daten und Sprache über eine Infrastruktur übertragen werden können. Da ein EDV-Netzwerk im Gegensatz zum klassischen Telefonnetz nicht verbindungsorientiert, sondern paketorientiert arbeitet, muss bei VoIP dafür gesorgt werden, dass die Datenpakete, die die digitalisierte Sprachinformation enthalten, ohne wesentliche zeitliche Verzögerung zwischen den Gesprächsteilnehmern übertragen werden.

Die Anbieter von VoIP-Lösungen werben mit niedrigen Gesprächskosten und einer einfachen Konfiguration der online nachgebildeten TK-Anlage, die die Anschaffung oder Miete einer klassischen TK-Anlage überflüssig machen und darüber hinaus kostspielige Technikereinsätze bei einer Konfigurationsänderung erübrigen.

Die Vernetzung von Computern in Büros ist seit vielen Jahren üblich, die Vernetzung mehrerer Standorte zu einem großen Netzwerk war lange Zeit nur über teure Mietleitungen möglich. Mit VPN hat sich in den letzten Jahren ein Standard entwickelt, der die preiswerte Vernetzung mehrerer Standorte kleinerer Unternehmen über das Internet erlaubt. Dies macht jedoch nur Sinn, wenn dadurch Netzwerkressourcen standortübergreifend zur Verfügung gestellt werden können.

Die Umstellung der Telefonie und der Netzwerkstruktur wird in der Praxis jedoch nur selten aus reiner Technik-Affinität heraus geschehen, es benötigt vor allem betriebswirtschaftliche Gründe um eine Umstellung zu rechtfertigen.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden verschiedene Szenarien einer möglichen Umstellung auf VoIP dargestellt, basierend auf der Auswertung des Telefonieverhaltens der Mitarbeiter in den verschiedenen Standorten. Zusätzlich wurde eine Lösung für einen VPN-basierten unternehmensweiten Verzeichnisdienst erarbeitet. Beide Aspekte wurden auch unter Kostengesichtspunkten betrachtet.

An dieser Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei allen bedanken, die durch ihre Hilfe und Unterstützung zur Entstehung dieser Masterarbeit beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt

Herrn Prof. Dr.-Ing. Mario Geißler,
Herrn Prof. Dr.-Ing. Wilfried Schmalwasser,

meiner Ehefrau

Frau Diplom-Sozialwissenschaftlerin Anette Meister

und den Mitarbeitern der ews gGmbH

Frau Diplom-Verwaltungswirtin Elke Meister,
Frau Viola Amtage und
Herrn Jürgen Kresse.

Ich widme diese Arbeit meinem Sohn

Jakob Daniel Meister.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis	II
Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
1.1 Aufgabenstellung	1
1.2 Das Unternehmen ews gGmbH, Magdeburg	2
2 Grundlagen	3
2.1 Telefonie	3
2.1.1 Analog	3
2.1.2 ISDN	4
2.2 DSL	4
2.3 VoIP	5
2.3.1 IP	7
2.3.2 VoIP Codecs	7
2.3.2.1 VoIP Codec G.711	9
2.3.3 Quality of Service - QoS	10
2.3.4 Computer Integrierte Telefonie – CIT	11
2.4 Power-over-Ethernet – PoE	11
2.5 Virtual Private Network - VPN	13
2.5.1 Security Architecture for IP - IPsec	14
2.5.1.1 Authentication Header Protocol – AH Protokoll	15
2.5.1.2 Encapsulating Security Payload Protocol – EPS Protokoll	16
2.5.2 Point-to-Point Tunneling Protocol - PPTP	16
2.5.3 Layer 2 Tunneling Protocol - L2TP	17
2.6 Netzwerksicherheit	18
2.6.1 Abwehr interner Angriffe	19
2.6.1.1 Kontensicherheit	20
2.6.1.2 Datei- und Verzeichnisberechtigungen	23
2.6.1.3 Schulung der Benutzer	25
2.6.2 Abwehr externer Angriffe	26
2.6.2.1 Interne und externe direkte Angriffe	26
2.6.2.2 Angriffe durch Ausnutzung von Soft- oder Hardware-Sicherheitslücken	28
2.6.3.2 Angriff durch Anwendungsmissbrauch – Denial of Service - DoS	29
2.6.3 Abwehr von Schadsoftware	30
2.6.4 Notfall- und Störungsmanagement im Netzwerk	31
2.6.5 Datensicherung und ~wiederherstellung	35
2.6.5.1 Backup-Medien und Technologien	38
2.6.5.2 Backup-Arten und Backup-Strategien	39
2.7 Netzwerkarchitekturen	42
2.7.1 Peer-to-Peer Netzwerk	42
2.7.2 Client-Server Netzwerk	43
2.8 Virtualisierung	44
2.9 Verzeichnisdienste	46
3 Momentane Situation	47
3.1 Magdeburg	48
3.1.1 Telefonie	48
3.1.2 Telefonieverhalten	49
3.1.3 DSL	49

3.1.4 Datenaustausch	49
3.2 Halle	50
3.2.1 Telefonie	50
3.2.2 Telefonieverhalten	50
3.2.3 DSL	50
3.2.4 Datenaustausch	50
3.3 Staßfurt	51
3.3.1 Telefonie	51
3.3.2 Telefonieverhalten	51
3.3.3 DSL	51
3.3.4 Datenaustausch	52
3.4 Stendal	52
3.4.1 Telefonie	52
3.4.2 Telefonieverhalten	52
3.4.3 DSL	52
3.4.4 Datenaustausch	53
3.5 Gardelegen	53
3.5.1 Telefonie	53
3.5.2 Telefonieverhalten	53
3.5.3 DSL	53
3.5.4 Datenaustausch	54
3.6 Osterburg	54
3.6.1 Telefonie	54
3.6.2 Telefonieverhalten	54
3.6.3 DSL	54
3.6.4 Datenaustausch	54
3.7 Kosten und Geräte - Übersicht	55
4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung	57
4.1 Erste Zielsituation – Alle Standorte mit symmetrischem 2.048 kbit/s DSL-Anschluss	58
4.1.1 Telefonie Magdeburg	60
4.1.2 Telefonie Halle	61
4.1.3 Telefonie Staßfurt	62
4.1.4 Telefonie Stendal	63
4.1.5 Telefonie Gardelegen	63
4.1.6 Telefonie Osterburg	64
4.1.7 Telefonie – Vergleich Momentansituation – Erste Zielsituation	65
4.1.8 Standortübergreifende Vernetzung via VPN	66
4.2 Fazit - Gedanken zu anderen Zielsituationen	70
4.3 Zweite Zielsituation – Teilweise mit symmetrischem DSL-Anschluss	71
4.3.1 Vertragslaufzeit 36 Monate	71
4.3.2 Vertragslaufzeit 60 Monate	72
4.4 Dritte Zielsituation – VoIP nur wenn Einsparung erfolgt	73
4.4.1 Vertragslaufzeit 36 Monate	74
4.4.2 Vertragslaufzeit 60 Monate	75
4.4.3 Alle Standorte VoIP über ADSL	76
5 Geräte – Eigenschaften und Kosten	78
5.1 VoIP – Geräte	78
5.1.1 Telefon – Standardarbeitsplatz	78
5.1.2 Telefon – Vermittlungsarbeitsplatz	79
5.1.3 ATA-Box	79
5.2 Energieverbrauch verschiedener TK-Systeme	80

5.2.1 Stromverbrauch der QSC VoIP-Tischtelefone	82
5.3 Power-over-Ethernet Switches - PoE	84
5.3.1 Allnet ALL8089WPOE	84
5.3.2 Zyxel ES-2108PWR	84
5.3.3 Netgear FS728TP	85
5.4 Virtual private Network Hardware – VPN	85
5.4.1 Zyxel ZyWALL 2WG	86
5.4.1.1 HUAWEI E800 (3G Netzwerkadapter für ZyWALL 2WG und Datentarif)	87
5.4.2 Zyxel ZyWALL 5	87
5.4.3 Zyxel ZyWALL 35	88
5.4.3.1 D-Link DSL-321B/DE (DSL-Modem für ZyWALL35)	88
6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation	90
6.1 Vorschlag Zielsituation	90
6.1.1 Telefonie	90
6.1.2 DSL	92
6.1.3 Datenaustausch	93
6.1.4 Vorteile gegenüber momentaner Situation	98
6.1.5 Nachteile gegenüber momentaner Situation	100
6.1.6 Festlegungen	101
6.2. Umstellung der Standorte	102
6.2.1 Magdeburg	102
6.2.1.1 Kündigungen	102
6.2.1.2 Neuabschluss	102
6.2.1.3 Ausfallsicherheit	103
6.2.1.4 Anzuschaffende Hardware	105
6.2.2 Halle	106
6.2.2.1 Kündigungen	106
6.2.2.2 Neuabschluss	107
6.2.2.3 Ausfallsicherheit	107
6.2.2.4 Anzuschaffende Hardware	109
6.2.3 Staßfurt	110
6.2.3.1 Kündigungen	110
6.2.3.2 Neuabschluss	111
6.2.3.3 Ausfallsicherheit	111
6.2.3.4 Anzuschaffende Hardware	113
6.2.4 Stendal	114
6.2.4.1 Kündigungen	114
6.2.4.2 Neuabschluss	114
6.2.4.3 Ausfallsicherheit	115
6.2.4.4 Anzuschaffende Hardware	116
6.2.5 Gardelegen	117
6.2.5.1 Kündigungen	117
6.2.5.2 Neuabschluss	117
6.2.5.3 Ausfallsicherheit	117
6.2.5.4 Anzuschaffende Hardware	118
6.2.6 Osterburg	118
6.2.6.1 Kündigungen	118
6.2.6.2 Neuabschluss	118
6.2.6.3 Ausfallsicherheit	119
6.2.6.4 Anzuschaffende Hardware	119
6.3 Zusammenfassung anzuschaffender Hardware	119

6.3.1 Anzuschaffende Hardware Telefonie	120
6.3.2 Eventuelle Austauschhardware Telefonie	120
6.3.3 Anzuschaffende Hardware EDV	121
6.3.4 Eventuelle Austauschhardware EDV	121
6.3.5 Gesamtübersicht	122
6.3.6 Monatliche Kosten 3G Netzwerkadapter	122
6.4 Kostenvergleich Momentan und Zielsituation	123
7 Zusammenfassung	125
Literaturverzeichnis	128
Online-Quellen	128
Print-Quellen	129
Kontaktdaten ews	A
Erklärung zur selbständigen Anfertigung der Arbeit	C
Thesen	E

Abbildungsverzeichnis

Nr.	Titel	Seite
2.2.1	Frequenzband Kupferdoppelader bei DSL mit analoger Telefonie und ISDN (Quelle: http://www.malo-web.de/Content/DSL/dsl02.gif)	5
2.3.2.1	Funktionsprinzip VoIP Telefonie, nach Roland Moos (Quelle: http://www.sinfla.ch/sinfla/Media/innoVOIP_funktion.jpg)	8
2.3.3.1	ToS-Flag im Ethernetpaket (http://www.linux-magazin.de/var/linux_magazin/storage/images/media/linux-magazin/images/qos-2/359486-1-ger-DE/qos-2.png)	11
2.5.1	Funktionsweise eines VPN (Quelle: http://lf.net/images/security/vpn-400.jpg)	14
2.6.5.2.1	GFS Rotationsschema (Quelle: http://www.computer-repair.com/images/grandfatherson.gif)	41
2.7.1.1	Prinzip eines Peer-to-Peer Netzwerks (Quelle: http://www.acm.org/crossroads/xrds12-1/gfx/GamestateFidelity1.jpg)	42
2.7.2.1	Prinzip eines Client/Server Netzwerks (Quelle: http://www.acm.org/crossroads/xrds12-1/gfx/GamestateFidelity2.jpg)	43
2.8.1	Prinzip der Virtualisierung (Quelle: http://gera-web.info/pics/geraweb/virtualisierung-server.jpg_614874253.jpg)	45

Tabellenverzeichnis

<i>Tabelle</i>	<i>Titel</i>	<i>Seite</i>
2.3.2.1	Übersicht VoIP Codecs	9
2.4.1	Leistungsklassen Power-over-Ethernet	12
3.1.2.1	Telefonieverhalten Magdeburg	49
3.2.2.1	Telefonieverhalten Halle	50
3.3.2.1	Telefonieverhalten Staßfurt	51
3.4.2.1	Telefonieverhalten Stendal	52
3.5.2.1	Telefonieverhalten Gardelegen	53
3.6.2.1	Telefonieverhalten Osterburg	54
3.7.1	Kosten und Geräte – Momentane Situation	55
4.1.1	Anzahl paralleler Gespräche mit QSC-Codecs	58
4.1.2	Übersicht Anschlussbandbreite und monatliche Kosten	59
4.1.1.1	Zielsituation Telefonie Magdeburg – 36 Monate	60
4.1.1.2	Gesamtkosten Telefonie Magdeburg – 36 Monate	61
4.1.2.1	Zielsituation Telefonie Halle – 36 Monate	61
4.1.2.2	Gesamtkosten Telefonie Halle – 36 Monate	62
4.1.3.1	Zielsituation Telefonie Staßfurt – 36 Monate	62
4.1.3.2	Gesamtkosten Telefonie Staßfurt – 36 Monate	62
4.1.4.1	Zielsituation Telefonie Stendal – 36 Monate	63
4.1.4.2	Gesamtkosten Telefonie Stendal – 36 Monate	63
4.1.5.1	Zielsituation Telefonie Gardelegen – 36 Monate	64
4.1.5.2	Gesamtkosten Telefonie Gardelegen – 36 Monate	64
4.1.6.1	Zielsituation Telefonie Osterburg – 36 Monate	65
4.1.6.2	Gesamtkosten Telefonie Osterburg – 36 Monate	65
4.1.7.1	Kostenvergleich Telefonie erste Zielsituation – 36 Monate	65
4.3.1.1	Kostenvergleich Telefonie zweite Zielsituation – 36 Monate	72
4.3.2.1	Kostenvergleich Telefonie zweite Zielsituation – 60 Monate	73

<i>Tabelle</i>	<i>Titel</i>	<i>Seite</i>
4.4.1.1	Kostenvergleich Telefonie dritte Zielsituation – 36 Monate	74
4.4.2.1	Kostenvergleich Telefonie dritte Zielsituation – 60 Monate	76
4.4.3.1	Kostenvergleich Telefonie alle ADSL / VoIP – 36 Monate	76
4.4.3.2	Kostenvergleich Telefonie alle ADSL / VoIP – 60 Monate	77
5.2.1	Energieverbrauch bei TK-Systemen	81
5.2.2	Energieverbrauch bei TK-Systemen ohne VoIP Server	81
5.2.1.1	Power over Ethernet Leistungsaufnahme Tischtelefone	82
6.2.1.2.1	Monatliche Kosten Neuabschluss Magdeburg	103
6.2.1.4.1	Anzuschaffende Hardware Magdeburg	106
6.2.2.2.1	Monatliche Kosten Neuabschluss Halle	107
6.2.2.4.1	Anzuschaffende Hardware Halle	110
6.2.3.2.1	Monatliche Kosten Neuabschluss Staßfurt	111
6.2.3.4.1	Anzuschaffende Hardware Staßfurt	113
6.2.4.2.1	Monatliche Kosten Neuabschluss Stendal	114
6.2.4.4.1	Anzuschaffende Hardware Stendal	117
6.2.5.4.1	Anzuschaffende Hardware Gardelegen	118
6.2.6.4.1	Anzuschaffende Hardware Osterburg	119
6.3.1.1	Anzuschaffende Hardware Telefonie	120
6.3.2.1	Austausch-Hardware Telefonie	120
6.3.3.1	Anzuschaffende Hardware EDV	121
6.3.4.1	Austausch-Hardware EDV	121
6.3.5.1	Zusammenfassung anzuschaffender Hardware	122
6.3.6.1	Monatliche Kosten 3G Netzwerkadapter	123
6.4.1	Fixkosten Vergleich Momentan- und Zielsituation	123

Abkürzungsverzeichnis

<i>Abkürzung</i>	<i>Bedeutung</i>
bzw.	beziehungsweise
CIT	Computer Intergrated Telephony (Computer Integrierte Telefonie)
d.h.	das heißt
DSL	Digital Subscriber Line (digitale Teilnehmeranschlussleitung)
dt	deutsch
ews	Europäische Wirtschafts- und Sprachenakademie
IP	Internet Protocol
PoE	Power over Ethernet (Stromversorgung über Netzkabel)
QoS	Quality of Service (Dienst-Güte oder Dienst-Qualität)
TK	Telekommunikation
u.ä.	und ähnliches
usw.	und so weiter
VoIP	Voice over IP (Sprachkommunikation mittels Internet Protokoll)
VPN	Virtual Private Network (Virtuelles privates Netzwerk)
z.Bsp.	zum Beispiel

1 Einleitung

1.1 Aufgabenstellung

Das Thema dieser Masterarbeit lautet:

Technische und betriebswirtschaftliche Analyse der TK- und IT-Infrastruktur der ewsg GmbH – Prüfung eines Übergangs zu VoIP-Telefonie und des Transfers einzelner dezentraler Peer-to-Peer-Netzwerke in eine standortübergreifende VPN-basierte Client/Server-Architektur.

Zur Bearbeitung dieses Themas werden folgende Schwerpunkte betrachtet:

- Aufzeigen und bewerten der momentanen TK-Infrastruktur / Situation in den Standorten Magdeburg, Halle, Staßfurt, Stendal, Gardelegen und Osterburg.
- Erarbeiten einer Lösung, die die Kommunikation und den Datenaustausch innerhalb der Standorte und der Standorte untereinander verbessert und möglichst Kosten senkt.
- Theoretische Umsetzung der erarbeiteten Lösung unter Beachtung:
 - der vorhandenen Infrastruktur / Geräte,
 - IT-Sicherheit,
 - Verfügbarkeit,
 - Laufzeiten der TK-Leasingverträge,
 - mehrfachen Belastungen während der Umstellung,
 - Neuanschaffungen von Geräten,
 - sowie der daraus folgenden Kosten.

Ziel dieser Masterarbeit ist es nicht die TK-Infrastruktur der ewsg tatsächlich in eine VoIP / VPN-Lösung zu überführen, sondern das Aufzeigen der betriebswirtschaftlichen und technischen Aspekte mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen, sowie das Aufzeigen eines möglichen Szenarios für eine

1 Einleitung

betriebswirtschaftliche, d.h. kostengünstige Lösung bei gleichzeitiger Verbesserung der Datenkommunikation zwischen den verschiedenen Standorten. Diese Masterarbeit kann als Grundlage für eine Überführung dienen.

1.2 Das Unternehmen ews gGmbH, Magdeburg

Die ews gemeinnützige Gesellschaft für Aus- und Weiterbildung mbH, im folgenden kurz ews genannt, wurde in Magdeburg 1991 gegründet. Das Kürzel ews steht für Europäische Wirtschafts- und Sprachenakademie, welche 1908 in Köln als Schule für kaufmännisches Rechnen und Buchführung gegründet wurde. Die verschiedenen ews'en in Deutschland sind Lizenznehmer der ews Köln.¹

Als Gesellschaft für Aus- und Weiterbildung bietet die ews Magdeburg Schulungen für Unternehmen an, führt Maßnahmen der Arbeitsagenturen durch und bildet als Berufsfachschule verschiedene Berufe aus.

Die ews Magdeburg betreibt in Sachsen-Anhalt die Standorte Halle, Staßfurt und Stendal. Am Standort Stendal sind noch weitere Außenstellen angeschlossen, die je nach Dauer der Maßnahmen unterschiedlich lange betrieben werden. Da sich diese in Struktur, Ausstattung und Zielsetzung sehr ähnlich sind, werden im Rahmen dieser Arbeit nur die Außenstellen Gardelegen und Osterburg betrachtet.

¹ Siehe QO1, QO2: Websites der ews Magdeburg und des ews Verbandes

2 Grundlagen

In diesem Kapitel werden einige Grundlagen zu den verschiedenen technischen Standards und Technologien vermittelt, die für das Verständnis der angedachten Lösung von Bedeutung sind.

2.1 Telefonie

Der Begriff Telefonie leitet sich ab von den altgriechischen Begriffen tele (dt.: fern, weit) und phoné (dt.: Stimme) und bezeichnet die Übermittlung von Sprache durch technische Hilfsmittel über große Entfernungen, kurz: Sprachkommunikation. Die Übermittlung von Sprache durch technische Hilfsmittel gelang erstmals 1860 dem Forscher Philipp Reis.² Diese Erfindung wurde 1861 dem Physikalischen Verein zu Frankfurt vorgeführt. Es bestand so wenig Interesse an dieser Erfindung, dass selbst eine Veröffentlichung in den „Annalen der Physik und Chemie“ abgelehnt wurde. Phillip Reis verstarb 1874. In mancher Literatur wird Graham Bell als Erfinder des Telefons gewürdigt, dieser meldete 1876 ein Patent auf ein Telefon an.³

Heute unterscheidet man zwischen analoger und digitaler Telefonie, wobei das Fernsprechnet selbst komplett digitalisiert ist und nur noch die Teilnehmeranschlussleitung („letzte Meile“) bei einigen Anschlüssen analog betrieben wird.⁴ Als digitaler Anschluss wird in Deutschland ISDN verwendet.

2.1.1 Analog

Beim analogen Telefonanschluss wird über die Kupferdoppelader (auch als Zweidrahtanschluss oder a/b-Anschluss bezeichnet) der Anschluss an das Fernsprechnet hergestellt und direkt über diese telefoniert. Dabei können nur analoge Signale – also Sprache und Töne – im Frequenzband von 0,3 – 3,4 kHz übertragen werden.⁵ Für die Übertragung von Daten benötigt man ein Modem, welches die digitalen Signale (Daten) in analoge Signale (Töne) für die Übertragung über den analogen Anschluss umwandelt – und umgekehrt.

2 Siehe QP1: Winkler, Lutz: Geschichte der Kommunikationstechnik. - Lehrbrief - Seite 9

3 Siehe QP1: Winkler, Lutz: Geschichte der Kommunikationstechnik. - Lehrbrief - Seite 9f

4 Siehe QP2: Winkler, Lutz: Das Fernsprechnet – Grundlagen. - Lehrbrief - Seite 27

5 Siehe QP2: Winkler, Lutz: Das Fernsprechnet – Grundlagen. - Lehrbrief - Seite 27

2 Grundlagen

2.1.2 ISDN

Beim ISDN – dem digitalen Telefonanschluss – dient als Anschluss an das Fernsprechnet ebenfalls die Kupferdoppelader. An diese wird nicht direkt das Telefon, sondern als Netzabschluss das NTBA angeschlossen. Das digitale Telefon wird an das NTBA angeschlossen. Beim ISDN-Anschluss stehen 3 digitale Kanäle zur Verfügung, zwei mit 64 kBit/s und einer mit 16 kBit/s Übertragungsrate.⁶ Der 16 kBit Kanal ist für den Nutzer nicht von Bedeutung und wird nur vom Netzbetreiber genutzt. Über die zwei 64 kBit Kanäle können entweder zwei Telefonie-Verbindungen, eine Telefonie- und eine Datenverbindung, zwei Datenverbindungen, oder eine 128 kBit/s Datenverbindung realisiert werden.

2.2 DSL

Die Abkürzung DSL steht für Digital Subscriber Line (dt.: digitale Teilnehmeranschlussleitung) und bezeichnet Breitbandinternetzugänge. Umgangssprachlich wird DSL meist verwendet als Bezeichnung für Breitbandinternetzugänge über die Kupferdoppelader des Telefonanschlusses.

Die meisten DSL-Zugänge sind als ADSL (asymmetrische digitale Teilnehmeranschlussleitung) ausgeführt, was bedeutet, dass sich die Up- und Download-Bandbreiten unterscheiden. Im Rahmen dieser Arbeit bezeichnet DSL grundsätzlich Breitbandinternetzugänge ohne auf Bandbreitenunterschiede einzugehen. DSL meint also auch ADSL.

Der große Vorteil von DSL besteht in der im Vergleich zum Analog-Modem (56 kBit/s) oder ISDN-Modem (64 kBit/s bzw. 128 kBit/s) hohen Bandbreite von bis zu 52 MBit/s (also 53.248 kBit/s) für Datenübertragung.⁷ DSL wird auf den bereits bestehenden Telefonanschluss aufgeschaltet.

Der analoge Anschluss nutzt das Frequenzband der Kupferdoppelader als Fernsprechkanal bis 3,4 kHz, danach folgen noch einzelne Komfortmerkmale, wie z.B. der Gebührenimpuls, CLIP, u.ä.. Der digitale Anschluss nutzt das Frequenzband der Kupferdoppelader bis etwa 120 kHz. Bei DSL wird das Restband ab ca. 138 kHz

⁶ Siehe QP2: Winkler, Lutz: Das Fernsprechnet – Grundlagen. - Lehrbrief - Seite 27

⁷ Siehe QP3: Winkler, Lutz: Grundlagen der Kommunikationstechnik – Teil 2. - Lehrbrief – Seite 12

bis über 1000 kHz als Datenverbindung genutzt.⁸ Dabei ist die obere Grenze abhängig von der Leitungsqualität und der Länge der Teilnehmeranschlussleitung. Als Faustregel gilt: je schlechter die Leitungsqualität und je höher die Länge der Teilnehmeranschlussleitung, desto geringer die maximal mögliche Bandbreite (Datenrate).

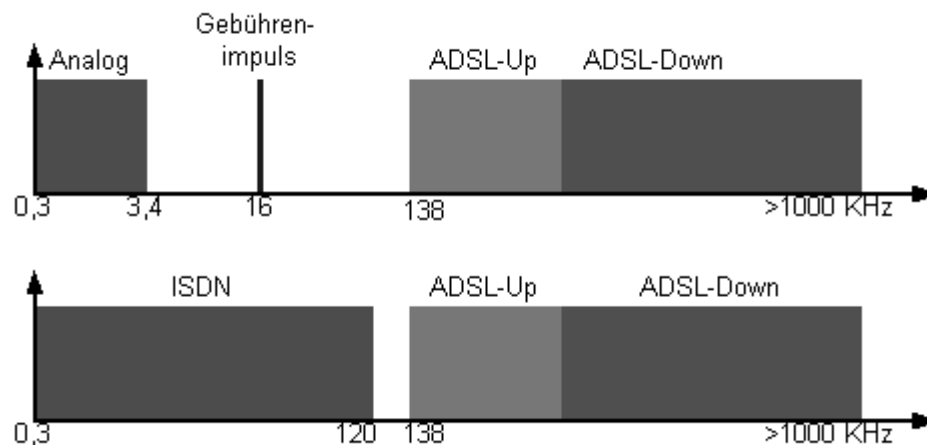


Abbildung 2.2.1 – Frequenzband Kupferdoppelader bei DSL mit analoger Telefonie und ISDN

Dadurch war bis vor kurzem ein klassischer Telefonanschluss nötig um DSL nutzen zu können. Inzwischen werden auch nackte DSL Anschlüsse (engl. naked DSL) angeboten, die als reine Datenanschlüsse fungieren und über VoIP Telefonie ermöglichen, jedoch keine analoge und keine ISDN-Telefonie. Für diese Anschlüsse wird entweder die Kupferdoppelader oder die Leitung des Kabelfernsehanbieters genutzt, diese sind aber nicht an Vermittlungszentralen des Festnetzes angeschlossen.⁹

2.3 VoIP

Die Abkürzung VoIP steht für Voice over IP, also die Sprachkommunikation über Computernetze auf Basis des Internet-Protokolls (IP). Neben VoIP werden auch die Bezeichnungen Internet-Telefonie, Internet-Protokoll-Telefonie und IP-Telefonie für diese Form der Sprachkommunikation verwendet.

⁸ Siehe QP3: Grundlagen der Kommunikationstechnik – Teil 2; Prof. Winkler; FH Mittweida, Seite 13

⁹ Beispiel-Anschlüsse: „1 & 1 Surf & Phone Komplett“, „Kabel Deutschland Kombi Internet & Phone“

2 Grundlagen

Der Unterschied zur herkömmlichen Telefonie besteht hauptsächlich darin, dass ein Computernetzwerk verwendet wird, d.h. es erfolgt kein Verbindungsaufbau in Form einer Leitungsdurchschaltung, auf der dann die Kommunikation stattfindet, sondern in einem Computernetzwerk werden neben der Datenkommunikation¹⁰ auch Sprachpakete übertragen.

Ein wesentlicher Vorteil von VoIP-Telefonie besteht darin, dass in Unternehmen nicht wie bisher ein Sprachkommunikationsnetz¹¹ und ein Datenkommunikationsnetz¹² aufgebaut werden muss, sondern dass Sprache und Daten über ein und dasselbe Netzwerk übertragen werden, was zu Kosteneinsparungen bis zu 30%¹³ bei Betrieb und Wartung der Kommunikationsnetze des Unternehmens führt.

Auch auf Seiten der Provider, also der bereitstellenden TK-Versorgungsunternehmen, kann es zu Kosteneinsparungen kommen, da durch VoIP der Telefoniedienst auf einer IP-Infrastruktur realisiert wird und somit die bisherige TK-Infrastruktur (analog/ISDN) mit ihren Verteil- und Vermittlungsstellen entfallen kann. Diese Kosteneinsparungen werden von den Providern – zumindest teilweise - an den Kunden weitergegeben, so dass sich auch für kleine- und mittelständige Unternehmen, die im allgemeinen nicht über eigene Sprach- und Datenkommunikationsnetze verfügen, eine Umstellung von herkömmlicher Telefonie auf VoIP lohnen kann.¹⁴

Aufgrund der noch hohen Verbreitung und der langen Einsatzzeiten der herkömmlichen TK-Infrastruktur und der Investitionen in eine rein IP-basierte Kommunikationsinfrastruktur erfolgt bei den meisten am Markt etablierten Anbietern ein sogenannter sanfter Wechsel, d.h. die IP-basierte Kommunikationsinfrastruktur wird parallel zur bestehenden aufgebaut und betrieben.¹⁵ Ein sanfter Wechsel hat den Vorteil, dass man die alte Technologie erst abstellt, wenn die VoIP-Telefonie funktioniert. Hauptnachteil der sanften Migration sind die doppelten Kosten, die anfallen während beide Systeme parallel betrieben werden.

10 Datenkommunikation meint hier nur Pakete zum Datenaustausch. Streng betrachtet sind Sprachpakete für ein Computernetz auch nur Datenpakete.

11 TK-Anlage mit daran angeschlossenen Telefonen.

12 Reines Computernetzwerk.

13 Siehe QO3: Website der QSC AG nennt diese Zahl und verweist auf : Mercer Management Consulting 2004

14 Siehe QO4: Artikel des Manager Magazins

15 Siehe QO5: Artikel von CIO

Das Gegenteil des sanften Wechsels ist der harte Wechsel, auch harte Migration genannt. Dabei wird die alte Infrastruktur abgestellt und die neue in Betrieb genommen. Vorteil ist die Vermeidung der mehrfachen Kosten eines Parallelbetriebes. Hauptnachteil ist die eingeschränkte bzw. nicht vorhandene Erreichbarkeit wenn es beim Umstellen auf VoIP Probleme gibt.

VoIP ist für die eWS von Interesse, da mit dieser Technologie die verschiedenen Telefon- und DSL-Anschlüsse entfallen können und in jedem Standort nur noch ein DSL-Datenanschluss benötigt wird.

2.3.1 IP

IP ist die Abkürzung für Internet-Protocol und bezeichnet umgangssprachlich die IP-Adressen. Diese dienen zur Kommunikation von netzwerkfähigen Geräten¹⁶ untereinander. Durch die IP-Adresse ist jedes Gerät innerhalb eines Netzwerks eindeutig identifizierbar. Nur durch diese eindeutige Identifizierbarkeit können Netzwerkgeräte untereinander kommunizieren, weil nur so gewährleistet ist, dass die Datenpakete den richtigen Empfänger erreichen. Die IP-Adresse eines netzwerkfähigen Gerätes ist – salopp formuliert – funktional mit der Rufnummer eines Telefonanschlusses vergleichbar.

Die IP-Adressen vom sendenden und vom empfangendem Gerät werden in das IP-Paket eingetragen. Dadurch kann jeder Netzknoten erkennen, von wo nach wo das Paket geschickt werden soll. Das Internet-Protokoll arbeitet auf der Vermittlungsebene eines Netzwerks (OSI Schicht 3).

Der aktuelle Standard unterscheidet zwei Adress-Arten: IPv4 und IPv6. IPv4 ist der ältere, jedoch noch weit verbreitete Standard, IPv6 der jüngere Standard.

2.3.2 VoIP Codecs

Um die Sprachsignale der Teilnehmer eines Telefonats über ein Datennetz zu transportieren, müssen diese analogen Tonsignale in digitale Signale umgewandelt und anschließend codiert werden, um die benötigte Bandbreite gering zu halten. Nach der digitalen, paketerorientierten Übertragung werden die Datenpakete auf der Gegenseite wieder decodiert und in ein analoges Tonsignal umgewandelt.

¹⁶ Computer, Router, Netzwerkdrucker, Access-Point, usw.

2 Grundlagen

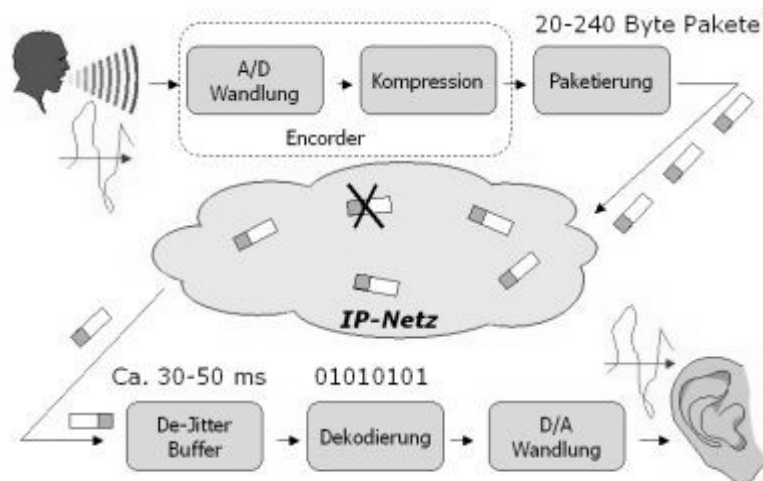


Abbildung 2.3.2.1 – Funktionsprinzip VoIP Telefonie, nach Roland Moos

Es gibt verschiedene Codecs, die unterschiedliche Eigenschaften hinsichtlich der benötigten Bandbreite, der Samplelänge¹⁷ und Bitrate haben. Die meisten Soft-VoIP Lösungen¹⁸ und VoIP Telefone¹⁹ unterstützen mehrere Codecs. Für eine erfolgreiche Verbindung müssen die Endgeräte beider Teilnehmer mindestens einen gemeinsamen Codec unterstützen, ist dies nicht der Fall kann kein VoIP Telefonat stattfinden.

Eine Übersicht sämtlicher registrierter Codecs ist im Internet bei IANA veröffentlicht²⁰, in der folgenden Übersicht werden nur einige Codecs beispielhaft dargestellt. Für die Bandbreitenberechnung ist ein 58 Bytes Ethernet-Overhead²¹ berücksichtigt, dieser hat selbst keinen Einfluss auf den Codec, ist jedoch für die Übertragung des codierten Sprachpaketes über Ethernet unerlässlich. Die Spalte Bandbreite gibt also die für den Transport tatsächlich benötigte Bandbreite an.²²

17 Samplelänge: Die Dauer des zu digitalisierenden Analogsignal-Abschnittes.

Zwischen 5ms und 30ms liegen übliche Samplelängen.

18 Soft-VoIP Lösungen sind PC-Programme, die auf einem Computer ein VoIP Telefon nachbilden.

19 VoIP Telefone als Tischtelefon, die auch ohne einen PC funktionieren und für den Anwender kaum von herkömmlichen Telefonen unterschieden werden können.

20 Liste registrierter Codecs unter: <http://www.iana.org/assignments/rtp-parameters>

21 Der 58 Bytes Ethernet-Overhead besteht aus: 18 Bytes Ethernet Header, 20 Bytes IP-Header, 8 Bytes UDP-Header und 12 Bytes RTP-Header.

22 Siehe QO7: Codecs und Bandbreitenanforderungen

<i>Codec</i>	<i>Samplelänge (in ms)</i>	<i>Bitrate (in kbit/s)</i>	<i>Samples je Datenpaket</i>	<i>Datenpakete je Sekunde</i>	<i>Bandbreite (in kbit/s)</i>
G.711	10	64,0	2	50,0	87,2
G.722	10	64,0	2	50,0	87,2
G.723	30	5,3	1	33,3	20,8
G.723	30	6,4	1	33,3	21,9
G.726	5	16,0	6	33,3	31,5
G.726	5	24,0	4	50,0	47,2
G.726	5	32,0	4	50,0	55,2
G.726	5	40,0	4	50,0	63,2
G.729	10	8,0	2	50,0	31,2
GSM	20	13,2	1	50,0	36,4

Tabelle 2.3.2.1 – Übersicht VoIP Codecs

2.3.2.1 VoIP Codec G.711

Der Codec G.711 wird hier exemplarisch vorgestellt, da dieser Codec von dem Breitbandanschluss-Anbieter QSC favorisiert wird und die ews Geschäftsleitung aus verschiedenen Gründen den Anbieter QSC bevorzugt.

Die ITU-T hat die Richtlinie G.711 erlassen, in dieser Richtlinie wird geregelt, wie analoge Audiosignale durch Puls-Code-Modulation²³ in digitale Signale umgewandelt werden. Dieser Standard wird sowohl bei VoIP-Kommunikation als auch bei klassischer digitaler Festnetztelefonie²⁴ verwendet.

Nach G.711 wird das analoge Audiosignal alle 125µs abgetastet und dabei jeweils ein 8-Bit-Sample erzeugt. Je Sekunde wird das analoge Audiosignal 8000 mal abgetastet, dies bedeutet für die benötigte Datenübertragungsrate: 8000 Hz x 8 Bit = 64 kbit/s, genau ein ISDN Sprachkanal. Dabei wird nur das Signal im Frequenzbereich von 300 bis 3400 Hz digitalisiert, dieser Frequenzbereich rührt historisch von der analogen Telefonie her. Da diese Puls-Code-Modulation auch für ISDN verwendet wird, entspricht die Sprachqualität bei VoIP nach G.711 der im ISDN-Netz.

²³ In der Fachliteratur häufig nur als PCM abgekürzt.

²⁴ ISDN Sprachkommunikation arbeitet nach G.711.

2 Grundlagen

Bei Übertragung dieses Signals durch ein paketorientiertes Netzwerk wie Ethernet, also bei VoIP-Kommunikation, wird zu diesem Datenstrom noch der jeweilige Overhead für die Paketkommunikation addiert, was eine benötigte Bandbreite von 87,2 kbit/s zur Folge hat.

2.3.3 Quality of Service - QoS

Quality of Service, kurz QoS, kann am ehesten mit den Begriffen Dienst-Güte oder Dienst-Qualität übersetzt werden. Als Quality of Service bezeichnet man im VoIP-Umfeld die Priorisierung von Sprachkommunikationsdatenpaketen in einem IP-Netzwerk. Da alle Anwendungen eines IP-Netzes sowohl im Down-, als auch im Upstream miteinander konkurrieren, ist es erforderlich den VoIP-Paketen eine Priorität gegenüber den anderen Datenpaketen einzuräumen, um die Qualität der Sprachverbindung aufrecht zu erhalten. Dies ist vor allem bei asymmetrischen DSL-Anschlüssen erforderlich, bei denen vor allem der Upstream deutlich geringer ausfällt als der Downstream²⁵. Bei diesen Anschlüssen kann der Upstream schnell zum Nadelöhr für die zu sendenden Datenpakete werden und somit die Qualität der VoIP-Telefonie negativ beeinflussen. Um dies zu verhindern muss für die VoIP-Telefonie eine gewisse Uploadbandbreite erhalten bleiben, während der Upload der anderen Datenpakete langsamer wird.

Diese Priorisierung erfolgt in Routern, die das Dienstmerkmal QoS unterstützen, dabei wird im IP-Header der IP-Pakete das ToS-Flag²⁶ ausgelesen, das die Wichtigkeit des IP-Paketes kategorisiert. Aufgrund der Daten im ToS-Flag weiß der Router wie mit diesem Datenpaket zu verfahren ist.²⁷

²⁵ Upstream je nach Tarif bei ADSL meist zwischen 128 kbit/s und 256 kbit/s, der Downstream hingegen meist deutlich mehr, je nach Tarif 1024 kbit/s 2048 kbit/s, 6016 kbit/s oder noch mehr (Stichwort: 16.000er DSL).

²⁶ ToS-Flag: Type of Service Markierung

²⁷ Siehe QO8: Was bedeutet QoS / Quality of Service

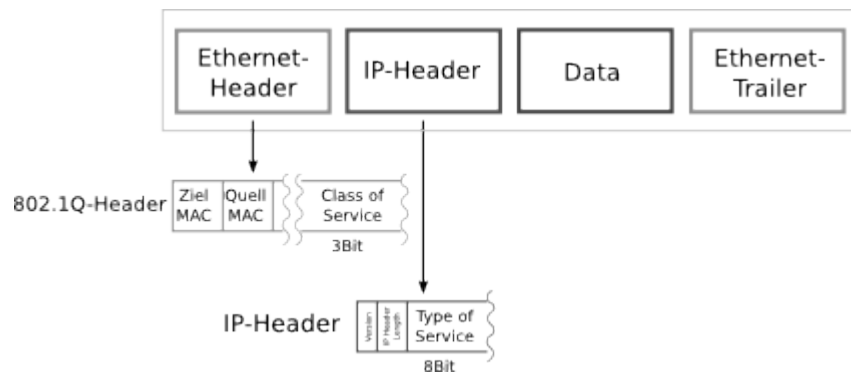


Abbildung 2.3.3.1 – ToS-Flag im Ethernet-Paket

2.3.4 Computer Integrierte Telefonie – CIT

Computer Integrierte Telefonie bedeutet, dass der Computer zum Telefonieren verwendet wird. Dies ist sinnvoll, wenn Telefon und Computer am gleichen Arbeitsplatz stehen, da dadurch die Miete oder Anschaffung eines Tischtelefones entfallen kann, wenn über den Computer mittels Softphone²⁸ und Headset²⁹ oder USB-Telefon telefoniert wird. Ferner eröffnet sich dadurch die Möglichkeit, je nach Unterstützung des gewählten Softphones, Rufnummern direkt auf dem Bildschirm anzuklicken um diese anzurufen. Dies kann eine sinnvolle Anwendung sein, wenn man in einer E-Mail um Rückruf gebeten wird und die Rufnummer gleich daneben steht, oder um Kontakte aus einer Adressdatenbank anzurufen.

2.4 Power-over-Ethernet – PoE

Power-over-Ethernet ist ein Standard, der die Möglichkeit eröffnet Netzwerkgeräte, die einen geringen Strombedarf haben direkt über das Netzkabel³⁰ zu versorgen. Dadurch entfällt bei manchen Endgeräten das Steckernetzteil, welches nicht nur eine gewisse Blindleistung hat, sondern auch eine 230V-Steckdose in der Nähe des Endgerätes benötigt.

Die Netzkabel eignen sich aufgrund ihres geringen Leitungsquerschnitts und der bereits seit vielen Jahren standardisierten RJ45-Anschlussstecker nur für eine maximale Leistung von rund 15 Watt. Im Standard werden 12,95 Watt als obere Grenze vorgeschrieben, daneben ist auch beschrieben wieviel Strom maximal

28 Softphone: Eine Software, die ein Telefon simuliert. (auch: Software-Telefon)

29 Headset: Eine Kombination aus Kopfhörer und Mikrofon, häufig in Call-Centern verwendet.

30 PoE benötigt die Twisted-Pair Verkabelungen nach des Standards Cat.3, Cat.4, Cat.5 oder Cat.7.

2 Grundlagen

fließen darf und wie der Schutz von Altgeräten ohne PoE-Unterstützung funktioniert, damit diese nicht durch den Betrieb an einem PoE-Netzwerk beschädigt werden.

In der Praxis empfiehlt es sich jedoch um Hardwareschäden, aufgrund der hohen Anzahl von möglicherweise nicht komplett kompatiblen Altgeräten, zu vermeiden einen Ethernet-Anschluss nur mit PoE zu versorgen, wenn gewährleistet ist, dass das daran angeschlossene PoE tatsächlich benötigt.

Die vorgesehene Spannung liegt zwischen 44 Volt und 57 Volt, in der Praxis im Mittel bei 48 Volt, dabei ist ein maximaler Strom von 350 mA zulässig. Durch diese, für den EDV-Bereich relativ hohe Spannung bleibt die Wärmeentwicklung im Kabel und an den RJ45-Steckern gering.

Momentan ist PoE nur für den 10/100BaseT Netzwerkstandard freigegeben, welcher jedoch in allen ews-Standorten Verwendung findet. Für die PoE Versorgung über das Netzkabel gibt es zwei Möglichkeiten: Die Phantom-Speisung, bei der die Energieversorgung über die zum Datentransfer benötigten Adernpaare (1/2 und 3/6) erfolgt, und das Spare-Pairs-Verfahren, bei dem die nicht für den Datentransfer benötigten Adernpaare (4/5 und 7/8) benutzt werden.

Folgende Leistungsklassen sind Standardisiert:

Klasse	Typ	Strom	Max. Speiseleistung	Max. Entnahmeleistung
0	default	0 – 5 mA	15,4 Watt	0,44 – 12,95 Watt
1	optional	8 – 13 mA	4,0 Watt	0,44 – 3,84 Watt
2	optional	16 – 21 mA	7,0 Watt	3,84 – 6,49 Watt
3	optional	25 – 31 mA	15,4 Watt	6,49 – 12,95 Watt
4	reserviert	35 – 45 mA	15,4 Watt	reserviert

Tabelle 2.4.1 – Leistungsklassen Power-over-Ethernet

Die Klasse 0 (default) ist die Standardeinstellung, bei der die Energiequelle über eine Innenwiderstandsmessung des angeschlossenen Gerätes versucht zu erkennen, ob dieses Gerät PoE unterstützt. Anschließend wird automatisch die Leistungsklasse ermittelt.³¹

Anwendung findet diese Technologie beim Betrieb von Webcams, beispielsweise zur Raumüberwachung, beim Betrieb von WLAN Access-Points, bei Print-Servern und

³¹ Siehe Q09: IEEE 802.3af / Power-over-Ethernet (PoE)

bei VoIP-Telefonen, sowie bei Komponenten der Hausautomatisation. Also überall da, wo der Energieverbrauch des angeschlossenen Gerätes so gering ist, dass es über PoE versorgt werden kann und auf das Verlegen eines 230V-Anschlusskabels verzichtet werden kann.

2.5 Virtual Private Network - VPN

VPN steht für Virtual Private Network, zu deutsch: virtuelles privates Netzwerk. VPN ist ein Netzwerk, dass als reines Softwareprodukt (deshalb virtuell) durch andere Netze hindurch realisiert wird. Dazu wird über ein oder mehrere physikalische Netze ein logisches Netzwerk gelegt. Dieses ist via Software von dem Physischen abgekapselt, d.h. nur Geräte des logischen Netzes können miteinander kommunizieren, Geräte, die zwar am gleichen physischen Netzwerk angeschlossen sind können nicht mit denen am virtuellen Netzwerk angeschlossen Geräten kommunizieren. Man spricht auch davon, dass das virtuelle Netzwerk durch das Physische getunnelt wird.³² Virtuelle Netzwerke werden auch oft als logische Netzwerke bezeichnet.

VPN ist für die eWS von Interesse, da mit Hilfe dieser Technologie lokale Netzwerke der verschiedenen Standorte über das Internet zu einem großen (virtuellen) Netzwerk verbunden werden können. Somit kann der Datenaustausch zwischen den einzelnen Standorten vereinfacht werden, indem die Netzwerke der einzelnen Standorte mit VPN über Internet in ein standortübergreifendes Netzwerk integriert werden. Der Datenaustausch erfolgt dann über Netzwerkfreigaben bzw. Dateiserver. Im Moment werden Daten zwischen den Standorten als E-Mail Anhang versendet.

³² Siehe QO6: VPN (Virtual Private Network)

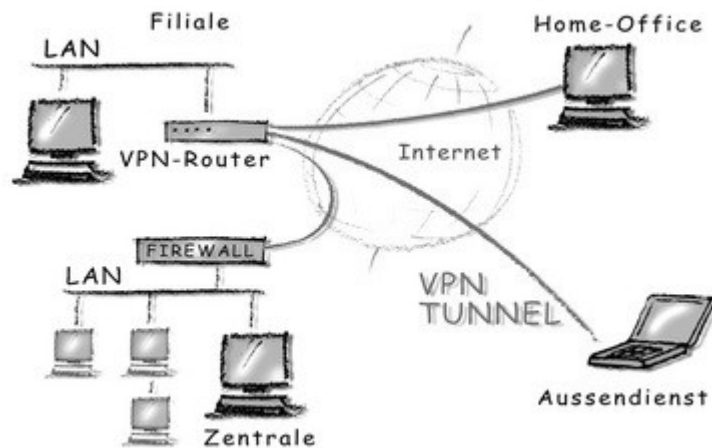


Abbildung 2.5.1 – Funktionsweise eines VPN

Durch die Nutzung des Internets für die standortübergreifende Vernetzung ist es nicht nötig teure Modemstrecken oder feste Kanäle für die Datenübertragung anzumieten, daher ist eine VPN-Lösung auch aus kaufmännischer Sicht sinnvoll.

Beim Aufbau eines VPN durch ein unsicheres Netz, wie beispielsweise dem Internet, ist ein weiterer Aspekt die Sicherheit der VPN-Verbindung um ein unberechtigtes Mitlesen des Datenverkehrs oder das unbefugte Eindringen in die lokalen Netze zu verhindern. Zum Absichern eines VPN-Netzes beziehungsweise Tunnels haben sich die Verfahren IPsec, L2TP und PPTP am Markt etabliert.

2.5.1 Security Architecture for IP - IPsec

IPsec dient der Schaffung einer Sicherheitsumgebung in IP-Netzen, es ist als wichtiger Bestandteil von IPv6 entwickelt worden und lässt sich auch in IPv4 Netzen anwenden. Zu den Sicherheitsfunktionen gehören, als sehr wichtiger Bestandteil, die Verschlüsselung der zu übertragenden Daten, die Zugangskontrolle zum Netzwerk, die Datenintegrität, die Verwaltung von Schlüsseln³³ und die Authentifizierung von Schlüsseln und Absendern.

Die Prüfung und Schaffung einer Vertrauensstellung zwischen zwei Kommunikationspartnern ist Hauptbestandteil von IPsec. Dabei ist völlig offen, ob zwei Computer

³³ Als Schlüssel werden in der EDV meist Passwörter bezeichnet.

direkt Daten austauschen und somit eine Vertrauensstellung erhalten, ob zwei Netze über zwei Router miteinander verbunden werden, oder ob ein einzelner Rechner über einen Router mit einem Netzwerk verbunden wird.

Durch diese Flexibilität von IPsec Vertrauensstellungen erfordert die Konfiguration der IPsec Verbindung einigen Aufwand, da beide Seiten die Art der gesicherten Übertragung³⁴, den Verschlüsselungsalgorithmus, den Schlüssel selbst und die Dauer der Schlüsselgültigkeit austauschen müssen.

Neben dem Austausch im Vorfeld definierter Schlüssel besteht auch die Möglichkeit Zertifikate eines Trust-Centers oder einen eigenen Zertifikate-Server zu verwenden. Schlüssel und Zertifikate dienen dazu sicherzustellen, dass der Sender eines Datenpaketes auch tatsächlich der Sender ist, die Verbindung also nicht kompromittiert wurde. Die einfachste Variante der Verschlüsselung stellt ein geheimer Schlüssel dar.

Beide Endpunkte einer Vertrauensstellung müssen neben dem Austausch oben genannter Parameter noch die IP-Adresse, die Subnetzmaske, den Tunnelnamen und den Schlüssel des jeweiligen Gegenübers kennen.

Mit IPsec können jedoch nur Dienste betrieben werden, die auch mit IP funktionieren, Dienste anderer Protokolle (z. Bsp: Netware über IPX) werden nicht unterstützt.

Wie bereits beschrieben bilden Tunneling und Verschlüsselung die zentralen Bestandteile von IPsec und werden mit Hilfe des AH-Protokolls³⁵ und des ESP-Protokolls³⁶ sowie der Schlüsselverwaltung umgesetzt. Die beiden Protokolle können gemeinsam, aber auch einzeln, verwendet werden, da in beiden eine gesicherte Datenübertragung stattfindet. Die Schlüsselverwaltung kann sowohl manuell, als auch durch das IKE-Protokoll erfolgen, dieses Protokoll wird im Rahmen dieser Arbeit nicht näher vorgestellt, da die Schlüsselverwaltung manuell erfolgen wird.³⁷

2.5.1.1 Authentication Header Protocol – AH Protokoll

Das Authentication Header Protocol sorgt für die Authentifizierung der zu übertragenden Daten, dabei bildet es über das gesamte IP-Paket eine Prüfsumme³⁸,

34 Eine gesicherte Übertragung kann durch Verschlüsselung oder Authentifizierung erfolgen.

35 AH-Protokoll: Authentication Header

36 ESP-Protokoll: Encapsulating Security Payload

37 Siehe QO10: IPsec – Security Architecture for IP

38 Die Prüfsumme wird im englischen und in der Fachliteratur auch oft Checksum genannt.

2 Grundlagen

die zwischen IP-Header und TCP-Header eingefügt wird. Durch Auswertung dieser Prüfsumme kann der Empfänger feststellen, ob die Daten vollständig und korrekt übertragen wurden und welche Identität der Absender hat.

Bei NAT-Routern³⁹, also Routern, die die IP-Adresse im Header manipulieren, kann dieses Verfahren nicht verwendet werden, da die Prüfsumme, die über den IP-Header des absendenden Computers gebildet wurde nicht mehr zu der durch den NAT-Router manipulierten IP-Adresse passt.⁴⁰

2.5.1.2 Encapsulating Security Payload Protocol – EPS Protokoll

Das Encapsulating Security Payload Protocol erhöht die Datensicherheit in Abhängigkeit vom gewählten Verschlüsselungsalgorithmus, es unterscheidet die zwei Betriebsmodi Tunnel-Modus und Transport-Modus.

Der Tunnel-Modus wird verwendet wenn zwei Netzwerke über eine unsichere Verbindung Daten austauschen, respektive kommunizieren sollen, dabei wird das gesamte IP-Paket vor der Übertragung verschlüsselt und es wird ein neuer IP-Header davor gesetzt.

Beim Transport-Modus werden lediglich die Daten verschlüsselt und der IP-Header bleibt unverändert. Dadurch sind die Daten zwar geschützt, ein Angreifer könnte jedoch aufgrund der IP-Header eine bestehende VPN-Verbindung feststellen.⁴¹

2.5.2 Point-to-Point Tunneling Protocol - PPTP

Das Point-to-Point Tunneling Protocol baut auf dem Remote Access Server für Microsoft Windows NT einschließlich seiner Authentifizierung auf und dient dem Transport von IP oder IPX Datenpaketen. Eine Verschlüsselung dieser Datenpakete findet in PPTP jedoch nicht statt, dafür sind andere Protokolle oder Dienste zu verwenden. Aufgrund der Entwicklung nah an MS Windows Systemen und der weiten Verbreitung von MS Windows Betriebssystemen eignet sich PPTP sehr gut

39 NAT-Router sind Router, die die lokalen IP-Netzwerkadressen von ins Internet geschickten Datenpaketen durch die vom Internet Service Provider zugeteilte IP-Adresse ersetzen, somit ist es möglich mehrere Computer eines Netzwerks mit nur einer IP-Adresse online zu bringen, alternativ müsste jeder Computer eine weltweit einmalige IP-Adresse erhalten um im Internet zu kommunizieren, so jedoch genügt es, wenn der NAT-Router eine IP-Adresse für die Internetkommunikation erhält.

40 Siehe QO10: IPsec – Security Architecture for IP

41 Siehe QO10: IPsec – Security Architecture for IP

zum Aufbau von VPNs in Windows-Netzwerken.

Das Protokoll besteht aus zwei logischen Systemen, dem PPTP Access Concentrator (PAC) und dem PPTP Network Server (PNS). Der PPTP Access Concentrator ist für die Verwaltung und Herstellung der Verbindungen zum PPTP Network Server zuständig. Er wird Clientseitig integriert und stellt die Verbindung mittels des Point-to-Point Protokolls⁴² her. Der PPTP Network Server kontrolliert die vom PAC empfangenen Datenpakete und routet diese, er wird serverseitig ausgeführt.⁴³

2.5.3 Layer 2 Tunneling Protocol - L2TP

Aufgabe dieses Protokolls ist ebenfalls der Aufbau einer Point-to-Point Verbindung zwischen zwei Endpunkten (Netzwerke oder Computer) über ein IP-Netzwerk. Es entwickelte sich aus den beiden Protokollen Layer-2-Forward (L2F) und PPTP (siehe 2.5.2) und hat gegenüber PPTP den Vorteil, dass es jedes Netzwerkprotokoll im PPP-Datenpaketrahmen transportiert und nicht auf IP, IPX und NetBEUI beschränkt ist. L2TP bietet jedoch ebenfalls keine Verschlüsselung, Authentifizierung oder Integritätsprüfung an. Der Schutz der zu übertragenden Daten ist zum Beispiel mit IPsec zu realisieren, laut Literatur kommen in VPNs häufig L2TP/IPsec-Kombinationen zum Einsatz um die beiden Bereiche des Datenschutzes und des Datentransports abzudecken.

Wie PPTP besteht auch L2TP aus zwei logischen Bereichen, dem L2TP Access Concentrator (LAC) und dem L2TP Network Server (LNS). Aufgabe des LAC ist die Verwaltung und Herstellung von Verbindungen zum LNS, der LNS ist für Kontrolle und Routing der empfangenen Pakete zuständig.

L2TP schreibt vor, wie die Daten- und Kontrollpakete zwischen LAC und LNS aufgebaut und ausgetauscht werden. Im L2TP Tunnel existieren zwei verschiedene Kanäle, in einem werden Kontrolldatenpakete und im anderem die Nutzdatenpakete übertragen. Dabei ist zu beachten, dass die Kontrolldatenpakete verschlüsselt übertragen werden, die Nutzdatenpakete jedoch nicht, es sei denn die Verschlüsselung wurde dort anderweitig durchgeführt.⁴⁴

42 Point-to-Point Protokoll, kurz: PPP, dient dem Aufbau einer Punkt-zu-Punkt Verbindung.

43 Siehe QO11: PPTP – Point-to-Point Tunneling Protocol

44 Siehe QO12: L2TP – Layer-2-Tunneling-Protocol

2.6 Netzwerksicherheit

Bei einer unternehmensweiten Vernetzung sämtlicher Computer bekommt auch die Netzwerksicherheit eine größere Bedeutung als bisher, da dann theoretisch sämtliche Unternehmensdaten von jedem PC aus erreichbar sind. Momentan sind jeweils nur die Daten eines Standortes gefährdet, eine komplette Kompromittierung des Netzwerkes beziehungsweise ein Verlust sämtlicher Unternehmensdaten ist aufgrund der jetzigen dezentralen Struktur sehr unwahrscheinlich.

Beim Thema Netzwerksicherheit sind die Aspekte Abwehr interner und externer Angriffe sowie von Schadsoftware, Abwehr von Netzwerkausfällen und Datensicherheit von großer Bedeutung⁴⁵.

Durch die ganzheitliche Betrachtung der Netzwerksicherheit gilt es den Totalausfall des Unternehmensnetzwerkes, den Verlust wichtiger Daten, die Veröffentlichung geheimer Daten, die Spionage durch Wettbewerber oder den Verlust von Personal-daten abzuwehren.

Rechtliche Aspekte zum Arbeitnehmerdatenschutz und zum genauen Umgang mit Personal-daten, zu deren Einhaltung der Arbeitgeber gesetzlich verpflichtet ist⁴⁶, werden im Rahmen dieser Arbeit nicht betrachtet.

Grundlage zum Erarbeiten der Netzwerksicherheit sind zwei Thesen:

1. Ein Netzwerk ist nie wirklich sicher.
2. Immer vom Worst-Case, dem schlimmsten anzunehmenden Fall, ausgehen.

Die erste These ist damit begründbar, dass ein Netzwerk und die daran arbeitenden Benutzer nur begrenzt kontrolliert und überwacht werden können. So ist es beispielsweise denkbar, dass ein Mitarbeiter wichtige Daten trotz Deaktivierung des USB und von Medienlaufwerken⁴⁷ über einen Webmailer, mit dem er sich mittels eines Webproxy-Servers verbindet an Dritte zu übermitteln. Der Gedanke sämtliche Webmailer und Webproxy-Server zu sperren ist aufgrund der weltweiten Anzahl selbiger schier utopisch. Eine andere Begründung ist die, dass eine Sicherheitslücke

45 Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 181ff

46 Dazu gehört auch der Schutz vor unautorisiertem Zugriff auf die Daten, egal ob digital oder in Papierform, also auch die Abwehr des Diebstahls von Personalakten.

47 Medienlaufwerke meint in diesem Zusammenhang sämtliche Laufwerke für Wechselmedien, wie z.Bsp. Floppy-Laufwerke, DVD/CD-Laufwerke, Blu-Ray, Streamer usw.

in einer Anwendungssoftware immer erst behoben werden kann, nachdem sie entdeckt wurde, d.h. das Netzwerk kann von Schadsoftware möglicherweise schon infiltriert sein, bevor der Anwendungshersteller davon Notiz nimmt und die Lücke durch ein Update schließt.

Die zweite These soll dazu dienen nicht davon auszugehen, dass die Benutzer des Netzwerkes zu diesem oder jenem Angriffsversuch intellektuell nicht in der Lage seien. Dieser Gedanke ist falsch. Spätestens bei Problemen, die Abmahnungen oder gar die nicht einvernehmliche Auflösung eines Arbeitsverhältnisses zur Folge haben, zeigte sich in der Vergangenheit bereits in vielen Unternehmen, dass die Mitarbeiter dann versuchen dem Unternehmen Schaden zuzuführen. Dies kann sicherlich zivilrechtlich geahndet werden, jedoch sind gelöschte Daten weg beziehungsweise nur mit erheblichen personellem, zeitlichen und finanziellen Aufwand wieder herzustellen, und an den Wettbewerber gemailte Unternehmensinterna sind unwiderruflich in dessen Händen. Die Abwehr von internen Angriffen ist daher der Abwehr externer Angriffe ebenbürtig, wenn nicht sogar wichtiger, wie im Falle der ews. In dieser Branche werden oft Honorardozenten eingesetzt, die auch direkt beim Wettbewerber arbeiten, zudem bringen maßnahmebezogene kurzfristige Arbeitsverträge eine gewisse Brancheninterne Fluktuation mit sich.

Nur wenn man davon ausgeht, was alles passieren kann, ist man in der Lage wirksame Gegenmaßnahmen zu ergreifen um ein solches Ereignis zu unterbinden beziehungsweise den dadurch entstehenden Schaden zu minimieren.

2.6.1 Abwehr interner Angriffe

Die Abwehr interner Angriffe ist wichtig, da Mitarbeiter beispielsweise versuchen könnten unerlaubt auf Daten anderer Benutzer, zu Personal, Buchhaltung oder Unternehmensentwicklung zuzugreifen. Mitarbeiter geben sich durch Benutzung eines anderen Logins und einer anderen Absenderadresse für den Server und E-Mail Empfänger als andere Personen aus und erschleichen so Informationen, die ihnen nicht zustehen. Mitarbeiter können die Sicherheit untergraben, indem sie absichtlich oder unabsichtlich Schadsoftware (z.Bsp. Viren) über E-Mail Anhänge oder Wechsel-datenträger einschleppen. Mitarbeiter könnten versuchen über spezielle Software den Netzwerkverkehr mitzulesen und so Daten und Passwörter ausspionieren.

2 Grundlagen

Leider ist immer davon auszugehen, dass es in einem Netzwerk mindestens einen Mitarbeiter gibt, der nach Sicherheitslücken sucht, um sich so Anerkennung im Freundeskreis („Unser Admin ist ein Volldepp...“), einen Informationsvorsprung beim Stellenwechsel („Ich bringe 3.000 Kundendaten mit...“) oder eine vermeintliche Arbeitsplatzsicherung durch direkte oder indirekte Erpressung zu schaffen.⁴⁸

Es gibt also genügend gute Gründe für eine Abwehr interner Angriffe, die folgenden drei Punkte behandeln wichtige Elemente dieser Abwehr.

2.6.1.1 Kontensicherheit

Mit dem Begriff Kontensicherheit ist die Sicherheit der Benutzerkonten innerhalb eines Netzwerkes gemeint, jeder Benutzer erhält ein eigenes Konto, was manchmal auch als Login bezeichnet wird. Somit kann sich jeder Benutzer eindeutig gegenüber dem Server und damit der Rechteverwaltung identifizieren und erhält nur Zugriff auf Ressourcen, die er tatsächlich benötigt.

Die Kontensicherheit kann durch die Beachtung der folgenden grundlegenden Punkte⁴⁹ deutlich erhöht werden:

- Kein Gast-Konto einrichten, jeder Benutzer innerhalb des Netzwerkes erhält ein eigenes Login, auch Praktikanten und regelmäßig agierende externe Mitarbeiter, dadurch wird die Anonymität innerhalb des Netzwerkes aufgehoben.
- Direkte Angriffe auf des Administratorenkonto kann man verhindern, indem dieses Konto einen anderen Benutzernamen erhält.
- Durch eine enge Zusammenarbeit der IT- mit der Personalabteilung kann neuen Mitarbeitern schnell ein Konto eingerichtet werden und das Konto kann Mitarbeitern, die das Unternehmen verlassen schnell entzogen werden. Dadurch wird verhindert, dass ein Mitarbeiter, der das Unternehmen verlässt innerhalb der EDV Schäden verursachen oder Daten kopieren kann. Ferner wird sichergestellt, dass ein neuer Mitarbeiter sofort sein eigenes Login und somit sofort nur Zugriff auf die für ihn relevanten Daten erhält, und nicht übergangsweise das Login eines Kollegen verwendet. Dadurch bleibt die Identifizierbarkeit der Netzwerkaktivitäten erhalten.

⁴⁸ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 183

⁴⁹ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 184f

- Über unternehmensinterne Formulare kann erreicht werden, dass die jeweilige Fachabteilung die Freigaben und Rechte des Mitarbeiters definiert und so der IT-Abteilung mitteilt. Ferner bietet dies der IT -Abteilung eine Rückversicherung, da die Freigaben nicht eigenmächtig, sondern immer zusammen mit der Fachabteilung durchgeführt werden und die Zugriffsberechtigungen schriftlich fixiert sind.

Ein sehr wichtiger Aspekt der Kontensicherheit ist die Passwortsicherheit, in vielen Netzwerkbetriebssystemen können dafür Richtlinien erstellt werden, die folgende Punkte⁵⁰ zur Passwortsicherheit teilweise automatisieren:

- Eine regelmäßige Passwortänderung macht ausgespähte Passwörter ab dem Zeitpunkt der Passwortänderung ungültig. Die meisten Netzwerkbetriebssysteme empfehlen einen 30-tägigen Zyklus für die Passwortänderung, da dieses Instrument aber erfahrungsgemäß bei den Nutzern auf wenig Gegenliebe stößt, wenn sie sich „ständig neue Passwörter“ merken müssen, haben sich in der Praxis, je nach Sicherheitsrelevanz und Sicherheitsbedürfnis Intervalle zwischen 90 und 180 Tagen durchgesetzt.
- Das Instrument der Passwortänderung ist natürlich nur sinnvoll, wenn das neue Passwort nicht das selbe wie das Alte sein darf. Dafür können in den meisten Netzwerkbetriebssystemen Regeln definiert werden, die entweder nach Anzahl der Passwortänderung dieses gleiche Passwort verhindern, zum Beispiel: mindestens drei andere Passwörter, bis das gleiche erneut verwendet werden darf, oder die nach einer gewissen Zeit, beispielsweise einem Jahr, dieses Kennwort wieder zulassen, unabhängig von der stattgefundenen Anzahl der Änderungen.
- An das Passwort selbst sind natürlich auch Bedingungen geknüpft die der Erhöhung der Sicherheit dienen. So empfiehlt es sich die Passwortlänge nicht auf mindestens sechs Zeichen, sondern auf mindestens acht Zeichen einzustellen. Bei sechs Zeichen gibt es mehr als zwei Milliarden Kombinationsmöglichkeiten, bei acht Zeichen schon mehr als drei Billionen Kombinationsmöglichkeiten. Unter zwingender Verwendung von Groß- und Kleinschreibung erhöht sich die Anzahl

⁵⁰ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 185ff

2 Grundlagen

möglicher Kombinationen bei acht Zeichen schon auf über 218 Billionen. Die Mitarbeiter sollten also dahingehend geschult und angewiesen werden Passwörter zu verwenden, die mindestens acht Zeichen lang sind und durch Groß- und Kleinschreibung, sowie Zahlen und Sonderzeichen weiter abstrahiert werden. Ferner sollten diese Kennwörter möglichst nicht in einem Wörterbuch stehen (z.Bsp: Bilderrahmen, Fernseher usw.) um Wörterbuchangriffe zu erschweren und sich nicht durch social Engineering⁵¹ ausspähen lassen. Das bedeutet, die eigenen Namen sowie Namen von Kindern, Partnern oder Haustieren sind ohne Abstraktion tabu. Beispiel: Die Katze eines Mitarbeiters heisst Anneliese, dann ist das Kennwort Anneliese zu vermeiden, da sowohl Zahlen als auch Sonderzeichen fehlen, ferner liese sich Anneliese durch social Engineering schnell herausfinden, so dass auch Anneliese03 also Kombination aus Anneliese und ihrem Geburtsjahr nicht optimal ist. Dies alles lässt sich jedoch aus Sicht der IT-Abteilung nicht überprüfen, wenn die formalen Vorgaben des Kennwortes⁵² erfüllt sind, sodass die soziale Schwachstelle eines Kennwortes nur durch Schulung und Appell an die Mitarbeiter vermieden werden kann.

- Das Erfassen von falsch eingegebenen Kennwörtern sollte automatisch zur Sperrung eines Benutzerkontos führen, die Regeln hierfür lassen sich in den meisten Netzwerkbetriebssystemen festlegen, oft werden Sie entweder als „Intruder Detection“ oder „Erkennen unbefugten Eindringends“ bezeichnet. So kann beispielsweise festgelegt werden, dass ein Konto gesperrt wird, wenn innerhalb einer Stunde drei erfolglose Anmeldeversuche stattfanden, oder wenn unabhängig von der Zeit drei aufeinander folgende Anmeldeversuche fehlschlagen. Die Sperre sollte erst nach Rücksprache mit dem betreffenden Mitarbeiter aufgehoben werden, um zu ermitteln, ob er selbst nur sein Kennwort vergessen hat, oder, ob eine dritte Person versuchte sich unter seinem Namen anzumelden. (Das ist dann der Fall, wenn der Mitarbeiter sein Kennwort kennt und selbst keinen Fehlversuch hatte sondern das Konto bereits bei seinem ersten Anmeldeversuch gesperrt war.)

51 Social Engineering: Bedeutet ausspähen des sozialen Umfeldes des Benutzers und gezielte Angriffe mit vermuteten Kennwörtern aus dem sozialen Umfeld, dies kann auch Lieblingsessen, Lieblingslied usw. beinhalten.

52 Formale Vorgaben des Kennwortes meint: Länge, Groß- und Kleinschreibung, Verwendung von Zahlen und Sonderzeichen

- In einigen Netzwerkbetriebssystemen kann sogar festgelegt werden von welchen Arbeitsstationen und zu welchen Zeiten sich der jeweilige Mitarbeiter anmelden darf. Dieses Werkzeug sollte natürlich nur in Absprache mit den jeweiligen Fachabteilungen verwendet werden und kann sich schnell als zu restriktiv erweisen, so kann der Mitarbeiter bei Ausfall seiner Arbeitsstation nicht einfach die eines abwesenden Kollegen verwenden und bei plötzlich angeordneten Überstunden muss auch die IT benachrichtigt werden und Änderungen an diesen Festlegungen durchführen. Dieses Werkzeug sollte also mit größter Vorsicht verwendet werden, da es sehr restriktiv ist.
- Die Passwörter sollten vom Administrator regelmäßig auf Sicherheit überprüft werden, indem er entsprechende frei erhältliche⁵³ Passwort-Scanprogramme einsetzt und so erkennt wie lange es dauert ein Passwort zu ermitteln. Sollten sehr viele Kennwörter in sehr kurzer Zeit geknackt werden, empfiehlt es sich eine Mitarbeiterschulung durchzuführen oder restriktivere Passwortregeln anzuwenden.

Die Balance zwischen Sicherheit und Anwendbarkeit zu finden ist für Administratoren sicherlich der schwierigste Aspekt der Netzwerksicherheit, denn man ist immer auf die Akzeptanz und Mithilfe der Mitarbeiter bei der Umsetzung der Passwortsicherheit angewiesen. Die restriktivsten Regeln helfen nichts, wenn sich die Mitarbeiter damit nicht arrangieren können und ihre Kennwörter, weil sie zu schwer zu merken sind oder sich zu häufig ändern, mit Post-It Zettelchen auf den Bildschirm oder unter die Tastatur kleben.

2.6.1.2 Datei- und Verzeichnisberechtigungen

Der vorigen Abschnitt handelte von der Kontensicherheit und enthielt Aussagen zum Zugriff der Nutzer auf die Ressourcen. Mit diesen Ressourcen beschäftigt sich dieses Kapitel. Der Begriff Ressource meint dabei jede Art von im Netzwerk zur Verfügung gestellten Daten oder Diensten, dies können Geräte wie Drucker und Scanner, aber auch Dateien und Verzeichnisse sowie Netzwerkanwendungen, zum Beispiel Datev, sein. Damit die im Abschnitt Kontensicherheit behandelten Punkte funktionieren, ist

⁵³ Frei erhältlich meint in diesem Zusammenhang nicht nur kostenlos, sondern durchaus auch kostenpflichtige Software, die jedoch für Jedermann und ~frau frei zugänglich zu erwerben ist.

2 Grundlagen

es erforderlich jeder Netzwerkressource die entsprechenden Berechtigungen für jeden Benutzer, beziehungsweise dessen Benutzerkonto, im Zugriff einzuschränken oder den Zugriff zu erlauben. Dies kann vereinfacht über Gruppenrichtlinien erfolgen, damit nicht jede Ressource im Netzwerk für jeden Mitarbeiter einzeln angepasst werden muss. Bei Gruppenrichtlinien wird beispielsweise für die Gruppe Buchhaltung der Drucker im Buchhaltungsbüro freigegeben, ebenso wie Datev und Netzwerkdaten. Dabei ist unerheblich wie viele Mitarbeiter der Gruppe Buchhaltung angehören, scheidet ein Mitarbeiter aus, oder kommt einer dazu, so ist diese Änderung nur an der Gruppe Buchhaltung vorzunehmen, nicht jedoch an jeder Ressource einzeln. Darüber hinaus ist es natürlich unabhängig von der Gruppenrichtlinie möglich die Rechte der Benutzer weiter einzuschränken, so dass beispielsweise der Praktikant in der Buchhaltung keinen Zugriff auf Datev erhält.

Gängige Netzwerkbetriebssysteme unterscheiden die folgenden vier Zugriffsarten⁵⁴ auf Ressourcen:

- **Nur lesen** gestattet dem Benutzer Dateien und Verzeichnisse anzusehen und die darin enthaltenen Daten zu lesen. Die Daten können jedoch weder gelöscht, geändert, noch neu hinzugefügt werden. Diese Einstellung ist dafür da, Benutzern Informationen zugänglich zu machen, ohne diese jedoch ändern zu können. Ein Nutzer kann die Datei jedoch kopieren und in einem anderem Verzeichnis bearbeiten, dies bietet sich beispielsweise für Vorlagen, wie z.Bsp. Briefköpfe an, der Benutzer kann den aktuellen Briefkopf für sein Schreiben nutzen, wenn er dieses Schreiben in ein Verzeichnis speichert, in dem er Schreibrechte besitzt, die Vorlage selbst bleibt jedoch unverändert.
- **Nur erstellen** bedeutet, dass ein Benutzer neue Dateien auf dieses Verzeichnis kopieren kann, diese aber weder anzeigen, verändern, noch löschen kann. Diese Einstellung kann man beispielsweise verwenden, wenn Mitarbeiter Zuarbeiten für eine Fachabteilung machen müssen, ansonsten jedoch keinerlei Zugriff / Einblick in die Arbeit dieser Abteilung haben sollen. So ist es denkbar, dass ein Mitarbeiter Anwesenheitsdaten von Teilnehmern einer Maßnahme auf eine Ressource der Buchhaltung ablegt, da die Buchhaltung diese Daten für die Abrechnung benötigt, der Mitarbeiter selbst jedoch keinen weiteren Zugriff auf die Ressource hat.

⁵⁴ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 188f

- **Ändern** bedeutet, dass der Benutzer mit den Daten machen kann was er will, also erstellen, bearbeiten und löschen, jedoch kann er die Zugriffsrechte auf diese Ressource nicht verändern.
- **Vollzugriff** bedeutet, dass der Benutzer die Daten nicht nur beliebig erstellen, bearbeiten und löschen kann, es ist ihm auch möglich die Zugriffsrechte zur Ressource zu verändern, so kann er den Zugriff anderen Benutzern erlauben oder entziehen, beziehungsweise deren Zugriffsrechte einschränken.

Die Zugriffsberechtigung können nicht nur Verzeichnisweise gewährt werden, sondern es ist auch möglich sie Dateiweise zu verändern. Dadurch kann beispielsweise in einem Verzeichnis, in dem die Buchhaltung Daten ändern, erstellen und löschen kann möglich, Arbeitsanweisungen abzulegen, ohne dass diese von Benutzern der Ressource Buchhaltung verändert oder gelöscht, sondern nur gelesen werden können.

2.6.1.3 Schulung der Benutzer

Der Aspekt Schulung der Benutzer ist beim Thema Netzwerksicherheit nicht zu vernachlässigen, die tollsten Passwörter nützen nichts, wenn die Benutzer sie auf ihre Schreibtischunterlage schreiben, die besten Zugriffseinschränkungen in einem Netzwerk nützen nichts, wenn die Benutzer alle Daten per E-Mail tauschen oder auf einem Netzwerkverzeichnis mit Vollzugriff (für jeden Mitarbeiter) ablegen. Diese Entwicklungen resultieren in der Praxis häufig daraus, dass Mitarbeiter im Vorfeld der Netzwerkeinrichtung zu wenig einbezogen wurden, das heißt Arbeitsabläufe in den Abteilungen wurden nur unzureichend berücksichtigt, und die Schulung der Mitarbeiter zum Thema Netzwerksicherheit war unzureichend. Das bedeutet es fehlt die Einsicht in die Notwendigkeit selbiger und daher wird sie nur unzureichend eingehalten.

Abhilfe kann hier geschaffen werden, indem die Netzwerksicherheit sich den Arbeitsabläufen des Unternehmens anpasst, indem detailliert erfasst wird wie mit welcher Ressource zu verfahren ist, indem die Fachabteilungen die Zugriffsrechte der Mitarbeiter festlegen und nicht der Administrator selbst entscheidet, wer worauf zugreifen darf. Dies kann mit Schulungen, Handbüchern und Leitfäden vermittelt werden, deren Einhaltung gelegentlich zu überprüfen ist, neue Mitarbeiter sind mit

2 Grundlagen

den Sicherheitskonzepten vertraut zu machen.⁵⁵

Die Handbücher und Leitfäden sollten Beispiele und Hinweise zum Umgang mit dem Computer bei längerer Abwesenheit, zu Angriffsszenarien und zu Passwörtern und ihrer Sicherheit haben, damit diese den Benutzern deutlich vor Augen führen, dass Netzwerksicherheit nicht nur vom Administrator abhängt, sondern jeder Mitarbeiter dazu beitragen muss.

2.6.2 Abwehr externer Angriffe

Da heutzutage fast jeder PC eines Unternehmens Zugang zum Internet hat und bereits durch den bloßen Zugang Daten zwischen dem PC und dem Internet ausgetauscht werden, betrifft die Abwehr externer Angriffe auch jeden Computer eines Netzwerks, sie lässt sich jedoch teilweise auch auf gemeinsam genutzten Servern und Routern realisieren, so dass bei einer Wartung nicht an jedem PC gearbeitet werden muss. Es genügt die Konfiguration einiger Server und Router. Auch in diesem Abschnitt gilt das in den vorigen Abschnitten Erwähnte, nämlich dass ein Netzwerk niemals 100 prozentig sicher sein kann. Die Abwehr externer Angriffe ist ein ständiger Prozess, die folgenden drei Punkte behandeln die wichtigsten Aspekte der Abwehr externer Angriffe.⁵⁶

2.6.2.1 Interne und externe direkte Angriffe

Der direkte interne Angriff auf ein Unternehmensnetzwerk erfolgt von so genannten Insidern. Insider sind jetzige oder ehemalige Mitarbeiter oder Personen die Kenntnisse über die Netzwerkstruktur haben, die vielleicht einen oder mehrere Benutzerkonten und die wichtigsten Server kennen.⁵⁷ Sie haben somit direkten Zugriff auf das Netzwerk. Zur Abwehr dieser Angriffe sind auch die Aspekte der Abwehr interner Angriffe einzusetzen, die Abwehr interner und externer Angriffe ist in diesem Fall eng miteinander verzahnt.

⁵⁵ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 189f

⁵⁶ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 191

⁵⁷ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 193

Folgende darüber hinausgehende Punkte⁵⁸ sichern ein Netzwerk gegen direkte externe Angriffe:

- Strikte Trennung von Netzwerkressourcen, die nur im lokalen Netzwerk, also intern, verfügbar sein müssen und von Ressourcen, die auch außerhalb des lokalen Netzwerkes, also von extern erreichbar sein müssen. Im Unternehmen ist zu überprüfen, ob überhaupt auf bestimmte Teile des Netzwerkes von außerhalb zugegriffen werden muss, wenn nicht, sind sämtliche Dienste und Ressourcen nur intern zur Verfügung zu stellen oder ist durch MAC-Adressen Filterung⁵⁹ nur bekannten Arbeitsstationen der Zugriff zu erlauben. Es ist sinnvoll die Ressourcen so einzurichten, dass die mehrfache Anmeldung eines Benutzers nicht möglich ist, das heißt ist das Benutzerkonto bereits erfolgreich mit der Ressource verbunden, werden weitere Verbindungen nicht zugelassen. Es ist sinnvoll ein VPN zu errichten, um die Daten, die zwischen externen und internen Arbeitsstationen übertragen werden, verschlüsselt durch das Internet zu senden.
- Strikte Regulierung von externen Zugängen. Benötigen Mitarbeiter von extern Zugriff auf das interne Netzwerk, zum Beispiel bei Telearbeitsplätzen, so ist es sinnvoll ihnen kein Soft-VPN aufs Notebook zu installieren, mit dem sie von überall, und im Falle eines Diebstahls auch der Dieb, Zugriff aufs Netzwerk haben. Sinnvoller erscheint es, ihnen eine Hardware-VPN-Lösung zur Verfügung zu stellen, die bereits vollständig konfiguriert ist und deren Konfiguration nicht vom Mitarbeiter ausgespäht und verändert werden kann. Die Kosten einer solchen Hardware-VPN sind aufgrund der höheren Sicherheit und besseren Wartbarkeit einer reinen Hardware-VPN Umgebung anderen Lösungen vorzuziehen.
- Bei Mitarbeitern, die sowohl intern als auch extern arbeiten kann es sinnvoll sein ein zweites Benutzerkonto einzurichten, wenn diese von außerhalb nicht Zugriff auf die gleichen Ressourcen wie intern benötigen. Das zweite Benutzerkonto ist restriktiver und enthält nur die vom jeweiligen Mitarbeiter tatsächlich von

58 Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 193ff

59 Jede Netzwerkkomponente hat eine Art digitalen Fingerabdruck für die Kommunikation, die MAC-Adresse, eine Hardware-Adresse, welche theoretisch nur einmal weltweit verwendet wird. Bei MAC-Adressen Filterung wird der Zugriff nur Geräten erlaubt, deren MAC-Adresse dem Dienst / Server vorher bekannt gegeben wurde.

2 Grundlagen

außerhalb benötigten Ressourcen.

- Verlässt ein Mitarbeiter das Unternehmen, der möglicherweise weitere Benutzerkonten kennt (zum Beispiel ein Standort-Administrator), so ist bei den fraglichen Benutzerkonten eine sofortige Passwortänderung zu veranlassen.
- Ein weiterer wichtiger Sicherheitsaspekt ist die Sicherheit der Server und Serverstandorte, so sollten die Server in Schränken⁶⁰ und Räumen verschlossen sein, um den Zugang von Mitarbeitern an die Server zu verhindern. Ferner ist es notwendig, dass bei Wartungsarbeiten externer Dienstleister, die beispielsweise eine Server basierte Anwendung installieren oder aktualisieren, ein fachkundiger Mitarbeiter abgestellt wird, der überwacht, dass diese Dienstleister am Server auch nur das ausführen und aufrufen, was für deren Arbeit notwendig ist.
- Last but not least sollten auch Aufzeichnungen über Benutzerkonten, Kennwörter, Netzwerk- und Sicherheitsstrukturen nicht einfach ins Altpapier entsorgt oder als Schmierpapier verwendet werden, sondern gezielt vernichtet werden, um Mißbrauch vorzubeugen. In der Praxis kam es schon häufiger vor, dass brisante Daten von Dritten im Müll gefunden wurden.

2.6.2.2 Angriffe durch Ausnutzung von Soft- oder Hardware-Sicherheitslücken

Angriffe durch Ausnutzung von Soft- und Hardware-Sicherheitslücken richten sich also direkt gegen die verwendeten Netzwerkgeräte (Router, Firewalls usw.), gegen das verwendete Netzwerkbetriebssystem, gegen verwendete Clientbetriebssysteme und gegen verwendete Anwendungssoftware (MS Word, Acrobat Reader usw.). Dem Angreifer kommt zugute, dass keine Software wirklich sicher ist, jede hat Schwachstellen, die früher oder später entdeckt und für einen Angriff ausgenutzt werden. Um die Angriffswahrscheinlichkeit über eine solche Sicherheitslücke zu reduzieren sollten regelmäßig die neuesten Patches und Updates der verwendeten Software unternehmensweit eingespielt werden, ferner empfiehlt es sich auf herstellerunabhängigen Webseiten, wie zum Beispiel www.cert.org, regelmäßig nach Sicherheitsrelevanten Meldungen für die verwendete Software zu suchen.⁶¹

⁶⁰ EDV-Schränke werden oft als Rack bezeichnet. Sie sind in verschiedenen Größen, meist für 19 Zoll Einschübe, erhältlich und bieten je nach Ausführung Kabeldurchgänge, Klimatisierung und sind abschließbar.

⁶¹ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 195f

Häufig werden auch Web- oder E-Mail-Server eines Unternehmens Ziel des Angreifers, da dieser durch Ausnutzen einer Sicherheitslücke in der Webserverprogrammierung, mitunter durch das Angreifen der Webseite direkt ins Unternehmensnetzwerk eindringen kann. Dies kann man unterbinden, indem die Unternehmenswebsite und der E-Mail Verkehr nicht im Unternehmen selbst, sondern durch einen externen Internet Service Provider gehostet wird. Dieser ist nicht nur für die Sicherheit des Webservers zuständig, sondern bietet häufig auch Rund-um-die-Uhr-Betreuung zur Problembehebung im Schadensfall an. Auf dem E-Mail-Server sollte, egal ob interner oder externer Server, eine leistungsfähige Antivirensoftware installiert sein, da häufig durch E-Mail Anhänge Schadsoftware ins Unternehmensnetzwerk gelangt.⁶²

2.6.3.2 Angriff durch Anwendungsmissbrauch – Denial of Service - DoS

Der Angriff durch Anwendungsmissbrauch bedeutet, dass ein Netzwerkdienst gezielt angegriffen wird und durch übermäßige Verwendung entweder unter der erzeugten Systemlast zusammenbricht, oder, dass der Netzwerkverkehr unter der erzeugten Netzwerklast zusammenbricht mit dem Ziel, diesen Dienst den Benutzern vorzuenthalten oder durch ein Zusammenbrechen des Servers unter der Systemlast nicht nur ein Ende des angegriffenen Dienstes, sondern auch die Beendigung von Schutz- und Firewallfunktionen auf dem Server zu erzielen, um somit diesen möglicherweise leichter zu kompromittieren.⁶³

Dies kann verhindert werden, indem man auch hier dafür sorgt immer aktuelle Software mit allen Updates und Patches zu verwenden und durch Paketfilter in einer Firewall den Netzwerkverkehr überwacht und leitet. So ist es beispielsweise denkbar, Datenpakete an oder vom Buchhaltungsserver nicht über den Internetzugang zu senden oder zu empfangen, wenn ein externer Zugriff auf diesen Server nicht nötig ist. Die Datenpakete von und an diesen Server werden dann vom Router beziehungsweise der Firewall verworfen. Ein externer DoS-Angriff auf den Buchhaltungsserver ist somit zum Scheitern verurteilt, es sei denn die Firewall wird ebenfalls durch einen Angriff in die Knie gezwungen.

⁶² Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 196f

⁶³ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 197f

2.6.3 Abwehr von Schadsoftware

Unter dem Begriff Schadsoftware sind Programme zu verstehen, die dem PC direkt oder indirekt Schaden zuführen, dieser Schaden kann sich durch den Verlust oder die Manipulation von Daten bemerkbar machen, aber auch durch das bloße unbemerkte Ausspionieren der Daten entstehen. Diese Programme können sowohl durch den Benutzer aktiv, also beabsichtigt, oder unbeabsichtigt, installiert werden, als auch unbewusst über E-Mail Anhänge oder sogenannte Drive-by-Downloads auf den Rechner gelangen.

Gängige Schadsoftware wird in folgende vier Kategorien⁶⁴ unterschieden:

- **Würmer** sind Schadprogramme, die Kopien von sich selbst auf andere Rechner versenden, meist per E-Mail, manchmal auch über Peer-to-Peer-Netzwerkfunktionen. Häufig bringen Würmer eine eigene Mail-Server-Engine mit, die das automatische Versenden an Kontakte des Adressbuches durchführt.
- **Viren** sind Schadcode, der sich selbst in Dateien schreibt und diese dadurch in ihrer Funktionalität manipuliert, meist werden darüber hinaus mehrere Dateien mit dem Schadcode infiziert. Betroffen davon können nahezu alle Dateitypen sein, also nicht mehr nur ausführbare Dateien, auch hochentwickelte Makrosprachen werden häufig das Ziel von Viren.
- **Trojanische Pferde**, häufig auch nur als **Trojaner** bezeichnet, sind Schadprogramme, die eine scheinbar sinnvolle und nützliche Anwendung darstellen, jedoch im Hintergrund schädliche Aktionen durchführen. Dies können beispielsweise die Manipulation von Software-Firewalls, das Öffnen von Sicherheitslücken oder der Download weiterer Schadsoftware sein. Ganz ähnlich arbeitet so genannte Scareware, die beispielsweise den Nutzer auf einen vermeintlichen, meist nicht existierenden, Virus hinweist und diesen entfernen würde, wenn man nur eine Vollversion des Programmes erwerben würde. Oft wird dann kostenlose Freeware für viel Geld verkauft. Wobei im Allgemeinen nicht die Entwickler der Freeware davon profitieren, sondern die Scarewareverantwortlichen.
- **Logische Bomben** sind mitunter Bestandteil der oben genannten Schadsoftware, mit dem Ziel bei Eintritt eines bestimmten Ereignisses oder bei

⁶⁴ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 198f

Erreichen eines bestimmten Zeitpunktes, die programmierten Aktionen durchzuführen. Diese Aktionen können beispielsweise das Beenden von Systemdiensten oder das Löschen von Dateien sein.

Die Zahl der Schadsoftware ist ungezählt und mit jedem Bekannt werden von Schwachstellen in Programmen steigt die Zahl der Schadsoftware. Schadsoftware zählt zu den häufigsten Angriffen auf ein Netzwerk, da sie sowohl unbemerkt beim Surfen auf dubiosen Webseiten, als E-Mail-Anhang oder auch beim Datenaustausch mittels Wechseldatenträger oder USB-Stick auf den Computer und damit in das Netzwerk gelangen kann.

Es empfiehlt sich Antivirensoftware auf den Clients und auf den Servern eines Netzwerkes zu installieren. Besonders wichtig ist die Antivirensoftware auf Datei- und E-Mail-Servern, jedoch sollte sie auf den Clients ebenfalls installiert werden, um das Einschleusen von Viren über Wechseldatenträger an den PCs der Mitarbeiter zu verhindern. Viren meint in diesem Fall sämtliche oben genannte Schadsoftware, diese Schadsoftware wird auch von Antivirenprogrammen erkannt, auch wenn es nicht nur klassische Viren sind. Die Antivirenprogramme sollten so konfiguriert werden, dass diese sich regelmäßig selbst mit dem Server des Herstellers verbinden und von diesen neue Antivirendefinitionen herunterladen und installieren. Viele Antivirensoftwarehersteller bieten günstige Staffellizenzen an, so dass es betriebswirtschaftlich sinnvoll ist auf allen PCs die gleiche Software einzusetzen.

Die Mitarbeiter sollten im Umgang mit der Antivirensoftware geschult werden, damit sie beim Fund eines Schädlings richtig reagieren und diese Meldung nicht einfach ignorieren.

2.6.4 Notfall- und Störungsmanagement im Netzwerk

Ein Notfall- und Störungsmanagement in einem Unternehmensnetzwerk ist notwendig, wenn das Unternehmen ohne das Funktionieren des Netzwerkes an der Durchführung der betrieblichen Aufgaben gehindert wird. Der Begriff Management klingt zwar auf den ersten Blick sehr hochtragend, hat jedoch durchaus Sinn, denn wenn in einem Standort die Mitarbeiter nicht mehr Drucken können, so kann selbst diese, vergleichsweise harmlose Störung, mehrere Ursachen haben: Der

2 Grundlagen

Netzwerkdrucker ist offline oder defekt, der Switch, an dem dieser Drucker angeschlossen ist, ist defekt, das Netzkabel oder Netzwerksegment, an dem sich der Drucker befindet, ist gestört. Ein defekter Netzwerkdrucker wird in der eWS an keinem Standort dazu führen, dass die Arbeit unerledigt bleibt, da alle Standorte mindestens einen weiteren Arbeitsplatzdrucker haben, den sich die Kollegen vor Ort dann teilen müssen – die Produktivität der Mitarbeiter leidet jedoch sehr darunter.

Ziel eines Notfallplanes, der Voraussetzung für ein erfolgreiches Notfall- und Störungsmanagement ist, ist es, der IT, den jeweiligen Fachabteilungen und den betroffenen Mitarbeitern einen klaren Rahmen zu geben, wie in der entsprechenden Situation zu verfahren ist.⁶⁵

Bei der formellen Planung werden folgende Anforderungen⁶⁶ des Notfallplanes einer Bewertung unterzogen:

- Kommunikationsstrukturen: Wer / welche Abteilung wird wie über den Notfall unterrichtet? Welche Mitteilungen sind an die Mitarbeiter zu machen? Wie erreicht man die Mitarbeiter, wenn der Notfall außerhalb der üblichen Arbeitszeiten eintritt?
- Die Geschäftsführung ist bei der Festlegung der Kommunikationswege, der Priorität für die Wiederherstellung der Dienste und Ressourcen, des für den Notfall zur Verfügung stehenden Budgets, der Abwägung von Kosten und Nutzen, sowie der voraussichtlichen Dauer der Störung und damit der Produktivitätsverringerung von den Fachabteilungen und der IT-Abteilung zu unterstützen, um eine sinnvolle Balance zwischen Kosten, Ausfallsicherheit, Dauer der Störung und Dringlichkeit der Beseitigung zu finden.
- Welche und wieviele Netzwerkkomponenten, komplette PCs und sonstige Geräte sollen für einen Notfall und den sofortigen Austausch bereit gehalten werden? Alles doppelt vorzuhalten ist sicherlich übertrieben und vor allem zu teuer. Jedoch kann es sinnvoll sein beispielsweise einen Switch unternehmensweit vorzuhalten, der bei Ausfall eines Switches in einem Standort dorthin gebracht und eingebaut wird. Dies ist inklusive Fahrzeit von Magdeburg aus in höchstens zwei Stunden

⁶⁵ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 204

⁶⁶ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 209f

erledigt, dass bedeutet mit den Kosten für diesen einen Switch erkaufte man sich die Sicherheit jeden Standort im Falle eines defekten Switches binnen zwei Stunden wieder voll funktionsfähig zu haben ohne erst einen passenden Switch kaufen zu müssen (der gegebenenfalls vor Ort nicht erhältlich ist und erst bestellt werden müsste). Die Verfügbarkeit von entsprechender Hardware im Einzelhandel ist in Halle und Magdeburg zwar gegeben, in den anderen Orten wie Gardelegen, Stendal, Staßfurt und Osterburg sieht es jedoch sehr schlecht mit der Hardware-Versorgung aus, so dass dann in Magdeburg oder Halle eingekauft werden müsste, wodurch noch mehr Zeit verloren ginge.

Folgende Notfall- und Ausfallszenarien⁶⁷, sollten berücksichtigt werden, auch wenn sie teilweise sehr unwahrscheinlich sind, so hilft es bei Eintritt eines solchen oder im Ergebnis ähnlichen Ereignisses doch ungemein, wenn bereits detaillierte Handlungsanweisungen für den Umgang und die Beseitigung der Störung vorhanden sind:

- Ausfall eines Arbeitsplatzes oder einer Arbeitsplatzkomponente (Monitor, Tastatur, Mouse, Drucker, usw.)
- Ausfall eines Servers
- Ausfall eines Netzwerkdruckers
- Ausfall einer Netzwerkkomponente (Router, Switch, VPN, usw.)
- Ausfall des kompletten Netzwerks eines Standortes
- Ausfall des Internetzugangs und / oder des Telefondienstes
- Ausfall eines ganzen Standortes, zum Beispiel durch Vernichtung der Hardware durch ein Feuer oder der temporären nicht Erreichbarkeit eines Standortes durch Hochwasser oder ähnliches.

Gerade der letzte Punkt ist sicherlich am unwahrscheinlichsten, jedoch ist gerade der Eintritt eines solchen Ereignisses ein schwerer Schlag für das Unternehmen. Sollte tatsächlich, wie teilweise angedacht, sämtliche Internetkommunikation aller Standorte erst in Magdeburg Verbindung zum Internet erhalten, um nur in Magdeburg die Elemente zur Abwehr externer Angriffe zu installieren, so bedeutet

⁶⁷ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 210f

2 Grundlagen

ein Stromausfall, ein Feuer oder ein Elbe-Hochwasser, dass auch die anderen Standorte nicht arbeitsfähig sind. Das gesamte Unternehmen würde still stehen, obwohl nur ein Standort von der Störung betroffen wäre! Hier gilt es zu überlegen in welcher Form Redundanzen und Ausfallsicherheiten geschaffen werden können, was im Rahmen dieser Arbeit noch beleuchtet wird. Wenn bereits vor Eintreten des Ereignisses detaillierte Pläne existieren, so entspannt sich die Situation teilweise und führt nicht zu einer Schockstarre.

Durch ein EDV-Inventar kann im Falle einer kompletten Vernichtung der Standorthardware (Feuer) schnell ersehen werden, welche Komponenten und Geräte neu zu beschaffen sind und mit welchen Kosten eventuell zu rechnen ist. Diese Übersicht ist auch für die Versicherung eine Hilfestellung. Im Notfall muss also keine Arbeitskraft der Erfassung der eingebüßten Teile geopfert werden, sondern alle stehen für andere wichtige Aufgaben zur Verfügung.

In das weite Feld des Notfall- und Störungsmanagements spielt auch die Fremdaufbewahrung von Speichermedien hinein, obwohl sie thematisch auch zum nächsten Abschnitt passen würde. Fremdaufbewahrung von Speichermedien bedeutet, dass Datensicherungen und Backups auch außerhalb des Standortes, beispielsweise in der Wohnung der Geschäftsführerin oder des Verwaltungsleiters aufbewahrt werden, damit bei einem Totalverlust, beispielsweise in Form eines Feuers, nicht mit der Hardware sämtliche Daten verloren gehen.⁶⁸ Es bietet sich an, zum Beispiel in der Nacht von Donnerstag auf Freitag, die komplette Serversicherung zweimal zu machen und einen Datenträger im Standort aufzubewahren und den anderen extern zu lagern. Dafür sollten zwei zusätzliche Datenträger ausreichen, die wöchentlich abwechselnd neu beschrieben werden. Kommt es zu nun am Donnerstag zu einem Totalverlust, so sind nur die Daten und Arbeiten von einer Woche vernichtet, alles andere ist nach Anschaffung neuer Hardware wieder herstellbar. Der wöchentliche Zeitraum ist aus meiner Sicht ausreichend, da der Eintritt eines solchen Ereignisses sehr unwahrscheinlich ist, so bietet die wöchentliche externe Aufbewahrung einen guten Kompromiss zwischen einem preiswerten Sicherheitsgewinn und des für diesen Sicherheitsgewinn notwendigen zusätzlichen Aufwandes.

⁶⁸ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 213f

Es gibt auch Unternehmen, die die externe Aufbewahrung von Speichermedien anbieten, dies erfolgt meist in speziell gesicherten Objekten. Diese Unternehmen holen die Speichermedien ab und bringen das neue Speichermedium für die nächste Sicherung meist mit. Da diese Dienstleistung jedoch kostenpflichtig ist gilt es zu überlegen ob, man die externe Lagerung der Speichermedien nicht einem Mitarbeiter anvertrauen kann.

2.6.5 Datensicherung und ~wiederherstellung

Die Datensicherung und die Datenwiederherstellung gehören ebenfalls mit zum Notfall- und Störungsmanagement, werden hier jedoch aufgrund der Komplexität in einem eigenen Abschnitt behandelt. Jeder Notfallplan ist ohne regelmäßige und aktuelle Datensicherung sinnlos, da nur die Behebung der Störung im Zusammenhang mit der Wiederherstellung der Daten für die Mitarbeiter die Möglichkeit schafft, nahezu dort weiter zu arbeiten, wo sie Aufgrund der Störung unterbrochen wurden.

Um eine sinnvolle und jeweils betriebsnahe Sicherungsstrategie zu erarbeiten, ist es erforderlich sich über folgende Punkte⁶⁹ im Unternehmen einen Überblick zu verschaffen:

- Welche Daten sind zu sichern? Das ist die wichtigste Frage zur Datensicherung, die mp3-Sammlung der Mitarbeiter oder die ausgetauschten digitalen Urlaubsbilder sind sicherlich nicht betriebsrelevant und können daher bei einer Sicherung übergangen werden.
- In welchem Umfang verändert sich das Datenvolumen in absehbarer Zukunft? Diese Frage soll bei der Klärung nach einem Langzeit-Backupmedium helfen, denn wenn für die zu sichernden Daten im Moment ein 40 GB Medium ausreicht, so sollte ein größeres Medium bevorzugt werden, wenn absehbar ist, dass in ein oder zwei Jahren diese 40 GB nicht mehr ausreichen werden. Ein weiterer Blick in die Zukunft ist aufgrund der bisherigen Entwicklung von Speichermedien und deren Preisen mit Vorsicht zu genießen, im Allgemeinen werden Speichermedien preiswerter, beziehungsweise deren Kapazität steigt bei gleichbleibendem Preis

⁶⁹ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 215f

2 Grundlagen

an. Es kann also Sinn machen einen 80 GB Streamer⁷⁰ zu kaufen, diesen jedoch nur mit 40 GB Medien zu bestücken und erst wenn diese nicht mehr ausreichen die größeren Medien, die dann vielleicht preiswerter sind, anzuschaffen.

- Welche Zeit steht für das Erstellen der Datensicherung zur Verfügung? Diese Frage ist wichtig, da im Allgemeinen nur Systeme gesichert werden, auf denen nicht gearbeitet wird. Das erfolgt, damit die Daten konsistent bleiben und sich nicht während der Datensicherung verändern, denn dann ist ein Vergleich der Datensicherung mit den Daten nicht mehr erfolgreich. Dieser Vergleich erfolgt meist automatisch im Anschluss an die Sicherung und hat die Aufgabe zu überprüfen, ob die Datensicherung mit den Daten überein stimmt. Vor dem Hintergrund der Datenkonsistenz, was bedeutet mit diesen Daten wird während der Sicherung nicht gearbeitet, bietet es sich an, die Datensicherung über Nacht durchzuführen, damit die Mitarbeiter durch die Datensicherung nicht in ihrer Arbeitsfähigkeit eingeschränkt werden. Das bedeutet das zur Verfügung stehende Zeitfenster, beispielsweise von 0.00 bis 5.00 Uhr muss für die Datensicherung und den Datenvergleich ausreichen, ansonsten ist die Sicherungsstrategie zu überdenken und gegebenenfalls auf andere, schnellere Sicherungsmedien auszuweichen.
- Wie schnell muss im Falle eines Datenverlustes die Rücksicherung erfolgen, wenn Teile der Daten oder gar der gesamte Datenbestand verloren sind? Die Antwort auf diese Frage ist wichtig, da bei einem Ausfall eines Servers die Mitarbeiter, die diesen benötigen nicht mehr voll arbeitsfähig sind, oder die Anwendung die darauf lief, nicht mehr verfügbar ist. Um die oben genannte Datenkonsistenz zu erhalten ist die Konsequenz, dass der Server bis zur erfolgreichen Wiederherstellung nicht für den Betrieb zur Verfügung steht. Es ist ferner zu betrachten, wie zusammenhängend die Daten sind: Stehen die Dateien einzeln für sich, verzeichnisweise oder sind einzelne Sets oder komplette Datenbanken zu sichern beziehungsweise wieder herzustellen? Dieser Punkt ist auch für die Wahl des Backup Mediums relevant, da einige den wahlfreien Zugriff auf Daten innerhalb der Sicherung zulassen und somit nur diese gezielt wieder hergestellt werden können, bei anderen Backup Medien muss die komplette

⁷⁰ Streamer ist die Bezeichnung für übliche Bandlaufwerke zur Datensicherung.

Sicherung, hilfsweise in einem temporären Verzeichnis, wiederhergestellt werden, um daraus die gewünschten Daten zu entnehmen. Bei der Betrachtung der Datenrücksicherung, also der Rücksicherungsgeschwindigkeit des Backup-Mediums ist der Zeitaufwand für die eigentliche Problembehebung, das heißt Reparatur oder Austausch des Servers, nicht berücksichtigt.

- Wieviele Redundanzebenen werden gewünscht oder benötigt? Verfügt der Server bereits über ein Raid-System, so ist die Sicherung auf einem Wechselmedium bereits eine Redundanz, die beim Thema Datensicherung durchaus gewünscht ist. Werden zusätzlich noch verschiedene Versionen oder Generationen einer Datensicherung aufbewahrt oder Datenträger extern gelagert oder über eine Netzwerkverbindung die Daten noch an anderen Orten abgelegt, so ist dies eine mehrstufige Backupstrategie. Die Sicherung eines Raid-Systems auf Wechselmedien ist dringend zu empfehlen, da beim Totalverlust des Servers auch das Raid-System defekt ist und somit die Sicherung der Daten auf dem Raid.

Bei diesen verschiedenen Punkten und den daraus folgenden Überlegungen gilt es natürlich immer zusammen mit der Geschäftsleitung ein optimales Kosten-Nutzen-Verhältnis zu finden. Schließlich ist es technisch möglich Systeme derart redundant zu konstruieren, dass keinerlei Daten bei einem Ausfall verloren gehen. Dies kann man durch mehrfachen Parallelbetrieb, durch eine unterbrechungsfreie Stromversorgung über Batterien und bei längerem Stromausfall über ein Notstromaggregat und durch die Installation der Technik in speziellen Räumen, die über eine CO₂-Feuerlöschanlage verfügen erreichen. Es ist sogar möglich diese Anlagen gegen Flugzeugabstürze und elektromagnetische Impulse abzuschirmen, jedoch hat das alles seinen Preis. Es mag Sinn machen, wenn beispielsweise die Deutsche Bahn in Hannover ein derart abgeschirmtes elektronisches Stellwerk für ganz Norddeutschland betreibt, weil in diesem Fall viele Menschenleben vom Funktionieren der Technik abhängen, oder wenn ein Kreditinstitut seine Transaktionssysteme derart schützt. In den meisten Unternehmen sollte es jedoch genügen, wenn bei einem seltenen Totalausfall das System nach Reparatur und / oder Hardwareaustausch und der Rücksicherung der Daten nach 24 Stunden wieder einsatzbereit ist. Dies ist trotz des Arbeitsausfalles und der Aufarbeitung der zum Zeitpunkt des Ausfalles noch nicht

2 Grundlagen

gesicherten Daten⁷¹ preiswerter, als eine mehrfach redundante Hochverfügbarkeitslösung.

2.6.5.1 Backup-Medien und Technologien

Die richtige Wahl der Backup-Medien und der damit verbundenen Backup-Technologie hängt davon ab,

- wie zuverlässig die Backup-Hardware und die Backup-Medien sein müssen,
- welche Anschaffungskosten und welche laufenden Kosten die Backup-Hardware und die Backup-Medien verursachen,
- über welche Speicherkapazität die Backup-Medien verfügen und ob es notwendig ist, dass die komplette Sicherung auf ein Medium passt,
- wie schnell die Datensicherung und die Rücksicherung erfolgen müssen, dies ist auch davon abhängig, welches Zeitfenster für die Datensicherung zur Verfügung steht.

Die drei gebräuchlichsten Backup-Medien werden kurz vorgestellt.

Streamer

Streamer sind Bandlaufwerke und dadurch bedingt verfügen sie über relativ langsame Zugriffszeiten, da das Band hin- und hergespult wird. Es gibt Streamer in den unterschiedlichsten Standards und Kapazitäten, bis zu über einem Terabyte⁷² kann auf moderne Streamer-Bänder gespeichert werden. Vorteile der Streamer sind der relativ geringe Preis für die Backup-Medien, der geringe Platzbedarf der Backup-Medien und dadurch die einfache Aufbewahrung mehrerer Backup-Versionen sowie die nahezu unbegrenzte Überschreibbarkeit⁷³ der Medien. Hauptnachteile sind einerseits die Bindung an ein spezielles Schreib- und Lesegerät, dadurch kann der Zugriff auf Daten auch nur an diesem Gerät erfolgen, an dem die Sicherung erfolgte, andererseits der relativ langsame Zugriff auf einzelne Daten, bedingt durch das Band-Prinzip, sowie die Empfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Feldern.⁷⁴

71 Wenn die Sicherung jede Nacht erfolgt, so gehen mit einem Totalausfall kurz vor oder während der nächtlichen Sicherung die Daten eines Arbeitstages verloren, diese müssten dann wieder aufgearbeitet werden.

72 1 Terabyte (TB) = 1024 Gigabyte (GB)

73 Je nach Hersteller und Standard sollen diese Bänder teilweise millionenfach überschreibbar sein.

74 Siehe QO14: Backup-Medien

DVD

Auf eine DVD lassen sich bis zu 8,5 GB speichern, sie sind also eher für kleinere Systeme als Backup-Lösung geeignet. Vorteile sind neben dem niedrigen Medien-Preis der gezielte Zugriff auf ausgewählte Daten und die Verwendbarkeit in jedem DVD-Laufwerk. Nachteile sind die relativ geringe Lebensdauer, die begrenzte Überschreibbarkeit von DVD-RW und die geringe Kapazität.

Als Nachfolger der DVD etabliert sich in den letzten Jahren Blu-Ray, diese Blu-Ray-Discs können je nach Standard und Anzahl der Layer ab 25 GB bis zu 400 GB⁷⁵ Daten aufnehmen. Die Blu-Ray-Discs lassen sich nur auf speziellen Laufwerken lesen und beschreiben, benötigen soviel Platz wie eine DVD können jedoch deutlich mehr Daten aufnehmen.⁷⁶

Festplatte

Festplatten eignen sich gut zur laufenden Sicherung von Daten vor Ort, entweder als Backup-Medium oder als Raid-System. Aufgrund des Preisverfalls in den letzten Jahren sind Festplatten inzwischen auch sehr preiswerte Backup-Medien, die inzwischen mit Kapazitäten von mehr als 1 Terabyte sehr viel Platz bieten. Festplatten sind einfach zu skalieren und bieten dadurch nahezu unbegrenzte Speicherkapazität. Ein weiterer Vorteil ist, dass sie nahezu unbegrenzt überschreibbar sind, wodurch sie sich auch sehr gut für die tägliche Datensicherung eignen. Aufgrund der im Vergleich zu Bändern und DVDs größeren Stoß- und Sturzempfindlichkeit eignen sie sich nur bedingt als Transportmedium und für eine externe Datenträgere Aufbewahrung.⁷⁷

2.6.5.2 Backup-Arten und Backup-Strategien

Die Überlegungen zu Backup-Arten und Backup-Strategien sollen den Zielen dienen, die Erneuerung eines ausgefallenen Systems mit möglichst aktuellen Daten durchzuführen, die Wiederherstellung einzelner Dateien von älteren Backups (Wenns diese versehentlich gelöscht oder beschädigt wurden, dies jedoch einige Zeit unerkannt blieb.), sowie den Schutz des Backup-Mediums gegen Ausfall

⁷⁵ Die 400 GB Blu-Ray-Disc wurde im Juli 2008 von Pioneer als Prototyp vorgestellt und soll bis 2010 Marktreife erlangen.

⁷⁶ Siehe QO14: Backup-Medien

⁷⁷ Siehe QO14: Backup-Medien

2 Grundlagen

gewährleisten.

Es gibt verschiedene Arten der Datensicherung, diese werden auch Backup-Arten genannt. Im wesentlichen werden drei Backup-Arten⁷⁸ unterschieden:

- **Vollständiges Backup** bedeutet, dass sämtliche Daten der ausgewählten Verzeichnisse oder Laufwerke, beziehungsweise ein komplettes System gesichert wird. Dabei wird an jeder gesicherten Datei das Archivbit⁷⁹ zurückgesetzt sobald das Backup abgeschlossen ist.
- **Inkrementelles Backup** bedeutet, dass nur Dateien gesichert werden, deren Archiv-Bit auf „Ein“ steht. Es werden also alle Dateien gesichert, die sich seit dem letzten vollständigen Backup geändert haben. Das Archivbit dieser Dateien wird wieder zurückgesetzt.
- **Differenzielles Backup** bedeutet, dass ähnlich wie beim inkrementellen Backup die Dateien mit dem Archivbit „Ein“ gesichert werden. Das Archivbit wird diesmal jedoch nicht zurückgesetzt, dadurch werden diese Dateien auch ohne Änderungen seit dem letzten differenziellen Backup wieder gesichert. Diese Methode bietet sich an, wenn man nach dem Rücksichern eines vollständigen Backups, welches beispielsweise monatlich angelegt wird, durch das Rücksichern des letzten differenziellen Backups alle Daten wieder hergestellt haben möchte. Bei Verwendung des inkrementellen Backups müsste nach dem Rücksichern des vollständigen Backups jedes inkrementelle Backup zurück gesichert werden.

Für die Wahl der Backup-Strategie gilt es ebenfalls Kosten, Nutzen und Aufwand gegeneinander abzuwägen um eine sinnvolle Lösung zu finden. Es ist beispielsweise wenig sinnvoll jede Nacht eine vollständige Sicherung auf ein Streamer-Band durchführen zu lassen und dieses dabei jedesmal zu überschreiben. Dieser Gedanke ist zwar sehr sparsam hat jedoch die entscheidenden Nachteile, dass zum einen keinerlei Medienredundanz vorhanden ist, was bedeutet im Falle eines Defektes dieses Sicherungsbandes gibt es keinerlei Sicherung mehr. Zum anderen ist es damit auch nicht möglich Dateien, die aus Versehen gelöscht wurden aus einer

⁷⁸ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 219f

⁷⁹ Das Archivbit kennzeichnet den Backup-Status der Datei. Wird eine Datei geändert, so wird deren Archivbit auf „Ein“ gesetzt und zeigt der Backup-Software somit an, dass seit der letzten Sicherung eine Änderung erfolgte und die Datei erneut zu sichern ist.

älteren Sicherung wieder herzustellen.

Es gilt also für den Einsatzzweck ein sinnvolles Rotationsschema zu entwickeln, welches die Bedürfnisse nach Sparsamkeit, Datensicherheit, Medienredundanz und externer Datenträgeraufbewahrung miteinander kombiniert. Exemplarisch sei an dieser Stelle das allgemein Anerkannte GFS-Rotationsschema⁸⁰ vorgestellt.⁸¹

Dabei wird beispielsweise jeden Wochentag ein Band mit einem differenziellen Backup gesichert, es gibt vier Bänder für Montag, Dienstag, Mittwoch und Donnerstag, diese werden jede Woche überschrieben (Son). Jeden Freitag wird ein vollständiges Backup auf ein Band gemacht, dabei wird für jeden Freitag des Monats (1. Freitag, 2. Freitag usw.) ein extra Band verwendet, diese Bänder werden monatlich überschrieben (Father). Am Monatsende wird jeweils nochmal ein komplettes Backup durchgeführt, dieses Band wird nie überschrieben, sondern jedes Monatsende wird ein neues Band verwendet, davon bleibt das letzte im Unternehmen, für eine mögliche Rücksicherung versehentlich verloren gegangener Daten, die älteren Bänder können extern gelagert werden (Grandfather). Diese Lösung bildet einen guten Kompromiss aus Kosten und Datensicherheit. Ein Nachteil ist jedoch, dass alle Freitagsbänder (Father) und das letzte Monatsende (der aktuellste Grandfather) vor Ort bleiben und somit im Falle eines Totalverlustes durch Brand mit einer Datenbasis, die bis zu zwei Monate alt ist, wieder angefangen werden muss. Das bedeutet diese zwei Monate müssen wieder aufgearbeitet werden.



Abbildung 2.6.5.2.1 – GFS Rotationsschema

80 GFS steht für Grandfather, Father, Son und bezeichnet die verschiedenen Backup-Generationen.

81 Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 221f

Eine Erweiterung dieses Schemas wäre beispielsweise Kopien der Freitags-Bänder und des aktuellen Grandfathers extern zu lagern, dadurch benötigt man nur fünf Bänder mehr, muss jedoch schlimmstenfalls nur eine Woche wieder aufarbeiten. Kopien führen nicht nur zu einer Medienredundanz, was im Falle eines defekten Bandes von Vorteil ist, sondern kombinieren die Sicherheit der externen Lagerung mit dem Vorteil der schnellen Datenrücksicherung einer internen Lagerung.

2.7 Netzwerkarchitekturen

In der ewS sind je nach Standort die beiden Netzwerkarchitekturen Peer-to-Peer und Client-Server im Einsatz, beide werden hier kurz vorgestellt, wobei als Fernziel der Überführung der einzelnen Standortnetze mittels VPN in ein unternehmensweites Netzwerk die Umstellung auf ein reines Client-Server Netzwerk angestrebt werden soll.

2.7.1 Peer-to-Peer Netzwerk

Bei einem Peer-to-Peer Netzwerk sind die Netzwerkressourcen über mehrere Computer verteilt, die Daten werden also dezentral verwaltet und zur Verfügung gestellt.

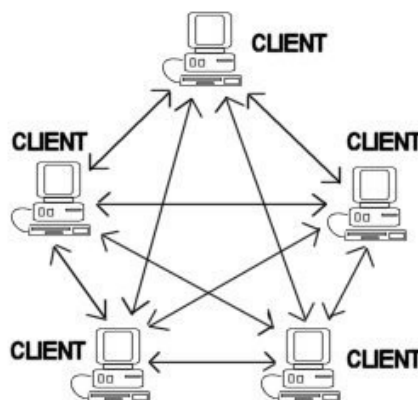


Abbildung 2.7.1.1 – Prinzip eines Peer-to-Peer Netzwerks

Vorteile⁸²

- Bereits vorhandene Hardware (Arbeitsplatzrechner) übernimmt zusätzlich Server-Aufgaben in Form von Datei- und / oder Druckerfreigaben.
- Einfache Administration, da meist wenig Wert auf Konten und Passwortsicherheit gelegt wird, Ressourcen werden oft mit Vollzugriff für jeden freigegeben.
- Kein spezielles Netzwerkbetriebssystem notwendig.
- Automatische Redundanz, fällt ein Arbeitsplatzrechner aus, sind nur dessen Ressourcen vom Ausfall betroffen, alles andere funktioniert weiterhin.

Nachteile⁸³

- Durch die mehrfache Belastung der Arbeitsplatzrechner mit anderen Aufgaben sinkt möglicherweise deren Performance.
- Geringe bis gar keine Sicherheit aufgrund der vereinfachten Freigaben.
- Eine Datensicherung lässt sich aufgrund der dezentralen Struktur nur schwierig durchführen.
- Die Versionskontrolle von Dateien ist nicht möglich, da die Dateien häufig auf mehreren Rechnern gespeichert werden.
-

2.7.2 Client-Server Netzwerk

Bei einem Client-Server Netzwerk werden die Netzwerkressourcen zentral an einem Computer (Server) verwaltet und anderen Nutzern zur Verfügung gestellt.

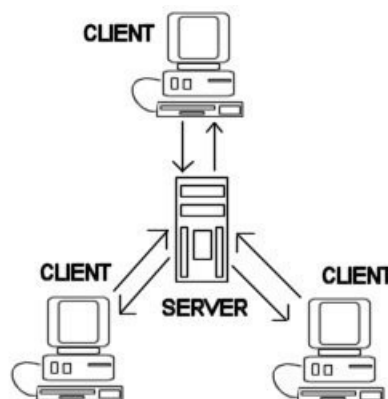


Abbildung 2.7.2.1 – Prinzip eines Client/Server Netzwerks

82 Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 37f

83 Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 38f

2 Grundlagen

Vorteile⁸⁴

- Hohe Sicherheit durch Gruppenrichtlinien, Konto- und Passwortsicherheit, die zentral eingerichtet und überwacht wird.
- Hohe Performance, da die Computer für ihre speziellen Aufgaben angepasst sind, beispielsweise hohe und schnelle Festplattenkapazität auf einem Dateiserver.
- Zentralisiertes Backup, alle zu sichernden Daten befinden sich auf einem System und sind dadurch einfach zu speichern.
- Hohe Zuverlässigkeit, da die Serverhardware meist durch eingebaute Redundanzen (doppelte Netzteile, Raid-Systeme, usw.) besser gegen einen plötzlichen Ausfall geschützt ist als normale Arbeitsplatzrechner.

Nachteile⁸⁵

- Spezielles Netzwerkbetriebssystem, dass eine professionelle Administration erfordert.
- Höhere Hardwareanforderungen an den Server und dadurch höhere Kosten.

2.8 Virtualisierung

Virtualisierung bedeutet, dass auf einem PC mit installiertem Betriebssystem eine Software installiert ist, die einen weiteren PC simuliert. Der eigentliche PC wird als Wirt oder Wirtssystem bezeichnet, der simulierte PC als Gast oder Gastsystem. Die Vorteile der Virtualisierung bestehen darin, dass ein virtueller PC einfacher auf andere Hardware zu migrieren ist, da er komplett aus Dateien besteht, die bei dem neuen Wirtssystem mit installierter Virtualisierungssoftware einfach importiert werden müssen. Die Anpassung der Konfiguration im virtuellen PC entfällt, da sich für ihn dank der Virtualisierungssoftware die Hardware nicht verändert hat.⁸⁶

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass sich auf der Hardware eines PCs mehrere virtuelle PCs betreiben lassen, die sich dessen Ressourcen teilen. So ist es denkbar, dass auf einer Serverhardware der Verzeichnisdienst auf einem virtualisierten Linux-PC betrieben wird und wenn ein weiterer Netzwerkdienst einen Windows-Server

⁸⁴ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 39f

⁸⁵ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 40

⁸⁶ Siehe QP11: Betriebssystem-Jongleure

voraussetzt, so kann auf dem Wirtssystem neben dem Verzeichnisdienst-Server zusätzlich ein virtualisierter Windows-Server betrieben werden, ohne den Verzeichnisdienst nach Windows migrieren zu müssen oder zusätzliche Hardware anzuschaffen.

Da sich die virtualisierten PCs die Ressourcen des Wirtssystems teilen, begrenzt sich die Anzahl der virtuellen PCs meist durch die Performance des Wirtssystems, die mit steigender Anzahl virtueller PCs abnimmt.

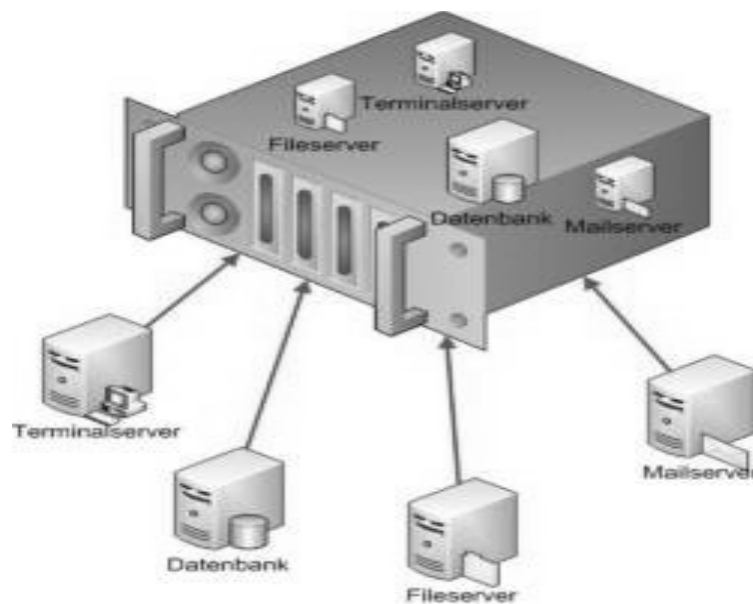


Abbildung 2.8.1 – Prinzip der Virtualisierung

Virtualisierungssoftware gibt es sowohl kostenpflichtig, wie auch als quelloffene Freeware. Als Wirtssystem eignen sich bei den meisten Virtualisierungsprogrammen sowohl Windows als auch Linux, als Gastsystem sind je nach Virtualisierungssoftware Einschränkungen möglich. Kostenlos sind beispielsweise der Virtual PC von Microsoft erhältlich, der offiziell jedoch ein Windows als Wirtssystem voraussetzt und kein Linux als Gastsystem unterstützt, und die VirtualBox von Sun Microsystems, gestattet die Benutzung verschiedener Wirts- und Gastsysteme.⁸⁷

⁸⁷ Siehe QP11: Betriebssystem-Jongleure

2.9 Verzeichnisdienste

Verzeichnisdienste haben die Aufgabe die verschiedenen Ressourcen und Dienste eines Netzwerks zu verwalten. Sie stellen den Mitarbeitern die Ressourcen und Dienste auf den verschiedenen PCs zur Verfügung. Da der Verzeichnisdienst von allen Servern eines Netzwerkes benutzt wird müssen die Ressourcen, beispielsweise Benutzerkonten, nicht mehr an jedem Server einzeln verwaltet werden, sondern können zentral für alle Server verwaltet werden. Die Server des Verzeichnisdienstes weisen der betroffenen Ressource dann die entsprechenden Rechte automatisch zu.

Um dem Ausfall des Verzeichnisdienstes vorzubeugen laufen Verzeichnisdienste auf mehreren Servern, die jeweils eine vollständige Kopie der gesamten Verzeichnisdienstdatenbank besitzen. Bei Ausfall eines Verzeichnisdienstservers ist die Arbeit im Netzwerk dank des anderen Verzeichnisdienstservers weiterhin uneingeschränkt möglich. Der Abgleich der Verzeichnisdienstdatenbanken auf den verschiedenen Servern erfolgt über einen Prozess, der häufig Replikation genannt wird. Dabei werden die Datenbanken synchronisiert, das bedeutet bei Änderungen an einer Verzeichnisdienstdatenbank wird diese Änderung automatisch an allen anderen Datenbanken durchgeführt.⁸⁸

Die bekanntesten und verbreitetsten Verzeichnisdienste sind das Novell eDirectory (vormals NDS), der Microsoft Active Directory Service, X500, LDAP und dessen „Ableger“ OpenLDAP. OpenLDAP auf Linux-Basis ermöglicht eine Lizenzkosten-neutrale Verzeichnisdienstlösung für ein Netzwerk.

⁸⁸ Siehe QP6: Hallberg, Bruce; Netze IT-Tutorial; Seite 146ff

3 Momentane Situation

In diesem Abschnitt wird der Zustand der Kommunikationsinfrastruktur im Juli 2008 aufgezeigt. Dabei wird getrennt nach Standorten und Verwaltungs- bzw. Schulungsräumen⁸⁹, sowie Telefonie- und Internetnutzung.

Historisch gewachsen ist die Trennung der DSL-Zugänge von Schulungs- und Verwaltungsräumen um mögliche Sabotage- bzw. Spionageversuche von Schulungsteilnehmern zu unterbinden.

Der Datenaustausch zwischen den Standorten erfolgt grundsätzlich per E-Mail.

Die extremen Schwankungen zwischen den monatlichen Minutenangaben erklären sich durch die jeweilige Situation in den Standorten. Laufen in diesem Monat Maßnahmen an, deren Teilnehmer, welche der ews häufig nur eine Mobilfunkrufnummer angeben, kontaktiert werden müssen, so steigt die Zahl der Minuten in Mobilfunknetze sprunghaft an, begünstigt durch ungünstige Tarife. Alle Standorte, bis auf Magdeburg, haben die erste Minute eines Mobilfunkanrufes immer voll zu zahlen, das bedeutet, selbst wenn man sofort auflegt, wenn die Mailbox den Anruf entgegen nimmt, bzw. die Ansage „Gesprächsteilnehmer zur Zeit nicht erreichbar“ ertönt, werden diese wenigen Sekunden als 60 Sekunden abgerechnet. Dies wirkt sich gravierend auf die Telefonrechnung aus, wenn regelmäßig, beispielsweise alle 30 oder 60 Minuten, versucht wird einen oder mehrere Teilnehmer zu erreichen.

Die extremen Sprünge der internen Telefonie erklären sich ebenfalls mit Maßnahmebeginn und / oder -ende, da dann aus Abrechnungs- und Administrationsgründen mehr mit der Zentrale in Magdeburg telefoniert werden muss.

Alle Standorte, bis auf Magdeburg, telefonieren untereinander bereits kostenlos, so dass in den folgenden Tabellen ausschließlich Gespräche mit der Zentrale als interne Gespräche aufgeführt werden, da nur diese Kosten verursachen.

In den folgenden Tabellen zum Telefonieverhalten habe ich neben dem Durchschnitt über die Monate Januar 2008 bis Juni 2008 in den jeweiligen Spalten auch die Minima und Maxima der Spalten als Minimum und Maximum addiert um zu zeigen, über welche Breite das Telefonieverhalten schwankt. Da ich für den Minimum-Wert

⁸⁹ Verwaltungsräume meint in diesem Zusammenhang sämtliche Büroräume.

3 Momentane Situation

die Minima der Spalten und für den Maximum-Wert die Maxima der Spalten addiert habe kann es sein, dass die Kosten für Minimum und Maximum über die sechs Monate niedriger oder höher sind als die einzelnen Monats-Rechnungen.

Bei den DSL-Anschlüssen, die hier nur informativ aufgeführt werden, verzichte ich auf die Trennung von Up- und Download und gebe nur die Bezeichnung aus den Rechnungen des Anbieters an, diese Angabe ist den meisten DSL-Nutzern geläufig. Bei der Umstellung auf VoIP ist zwar vor allem die Upload-Bandbreite für die Anzahl paralleler Gespräche interessant, da bei der Betrachtung der Zielsituation jedoch für die Miete der Endgeräte in jedem Falle auch die DSL-Anschlüsse über den neuen Anbieter bezogen werden, erübrigt sich eine nähere Betrachtung, da von den bisherigen Anschlüssen keiner, mit Ausnahme des Magdeburger Verwaltungsanschlusses, behalten werden kann.

3.1 Magdeburg

3.1.1 Telefonie

Die Telefonie erfolgt in Magdeburg über eine gemietete Siemens HiCom TK Anlage, die über einen Anlagenanschluß mit Durchwahl und 4 Leitungen (2xS0), sowie zwei ISDN Anschlüssen verfügt. Insgesamt stehen in Magdeburg somit 8 Leitungen für Telefonie zur Verfügung.

3.1.2 Telefonieverhalten

Monat	Minuten				Kosten					Summe Kosten
	Intern	Ort	Fern	Mobil	Intern	Ort	Fern	Mobil	Sonst.	
Jan.	446	787	412	331	0,00 €	0,00 €	0,00 €	46,33 €	5,80 €	52,13 €
Feb.	592	975	616	239	0,00 €	0,00 €	0,00 €	33,39 €	5,10 €	38,49 €
März	497	585	527	185	0,00 €	0,00 €	0,00 €	25,97 €	1,15 €	27,12 €
April	534	932	526	180	0,00 €	0,00 €	0,00 €	25,16 €	1,97 €	27,13 €
Mai	466	621	276	144	0,00 €	0,00 €	0,00 €	20,16 €	3,16 €	23,32 €
Juni	424	653	450	240	0,00 €	0,00 €	0,00 €	33,54 €	1,56 €	35,10 €
Min.	424	585	276	144	0,00 €	0,00 €	0,00 €	20,16 €	1,15 €	21,31 €
Max.	592	975	616	331	0,00 €	0,00 €	0,00 €	46,33 €	5,80 €	52,13 €
Schnitt	493	759	468	220	0,00 €	0,00 €	0,00 €	30,76 €	3,12 €	33,88 €

(Min. = Minimum Jan.-Juni, Max = Jan.-Juni, Schnitt = Durchschnitt über die sechs Monate, Intern = Gespräche zwischen den Standorten, Fern = Gespräche ausserhalb des Ortsnetzes, innerhalb Deutschlands, Mobil = Gespräche zu Mobilfunkanschlüssen, Sonst. = Sonstige Kosten (z.B. Mehrwertdienste wie Auskunft, Servicehotlines usw., Summe Kosten ist ohne Grund- und Anschlussgebühren, Alle Beträge Netto)

Tabelle 3.1.2.1 – Telefonieverhalten Magdeburg

In Magdeburg wurde eine Festnetzflatrate gebucht, so dass hier keine Gesprächskosten anfallen, bei Mobilfunkanrufen wird sekundengenau abgerechnet.

3.1.3 DSL

Die Verwaltungsräume verfügen über einen symmetrischen DSL-Zugang mit jeweils 1280 kBit/s Up- und Download, der bereits als VoIP-Lösung über den Anbieter QSC realisiert ist. An diesem Anschluss sind meines Erachtens bei einer Umstellung auf VoIP keine Änderungen nötig, nur die Endgeräte werden geändert, da im Moment noch über eine Siemens-TK-Anlage telefoniert wird.

Der Schulungsraum verfügt über einen nackten DSL-16100-Anschluss mit einer festen IP-Adresse für SAP Schulungen.

3.1.4 Datenaustausch

Der Datenaustausch innerhalb der Verwaltungsräume erfolgt über Netzwerkfreigaben auf einem Linux-Server. Die Mitarbeiter haben unterschiedliche Zugriffsrechte auf diesen Server, je nach ihrem Einsatzgebiet. Der Datenaustausch mit anderen Standorten erfolgt per E-Mail.

3 Momentane Situation

3.2 Halle

3.2.1 Telefonie

Die Telefonie erfolgt in Halle über eine gemietete Siemens HiCom TK Anlage, die über einen Anlagenanschluss mit Durchwahl und 4 Leitungen (2xS0), sowie über drei ISDN-Anschlüsse verfügt. Insgesamt stehen in Halle somit 10 Leitungen für Telefonie zur Verfügung.

3.2.2 Telefonieverhalten

Monat	Minuten				Kosten					Summe Kosten
	Intern	Ort	Fern	Mobil	Intern	Ort	Fern	Mobil	Sonst.	
Jan.	164	185	172	114	4,59 €	4,07 €	4,80 €	21,07 €	1,23 €	35,75 €
Feb.	287	305	226	200	8,03 €	6,71 €	6,33 €	37,06 €	0,49 €	58,63 €
März	243	218	270	103	6,80 €	4,79 €	7,57 €	19,01 €	2,44 €	40,61 €
April	87	175	196	124	2,43 €	3,86 €	5,49 €	22,92 €	0,49 €	35,19 €
Mai	87	164	121	54	2,44 €	3,61 €	3,37 €	10,08 €	6,86 €	26,36 €
Juni	142	154	185	51	3,98 €	3,39 €	5,18 €	9,35 €	0,05 €	21,94 €
Min.	87	154	121	51	2,43 €	3,39 €	3,37 €	9,35 €	0,05 €	18,59 €
Max.	287	305	270	200	8,03 €	6,71 €	7,57 €	37,06 €	6,86 €	66,24 €
Schnitt	168	200	195	108	4,71 €	4,40 €	5,46 €	19,91 €	1,93 €	36,41 €

(Min. = Minimum Jan.-Juni, Max = Jan.-Juni, Schnitt = Durchschnitt über die sechs Monate, Intern = Gespräche zwischen den Standorten, Fern = Gespräche ausserhalb des Ortsnetzes, innerhalb Deutschlands, Mobil = Gespräche zu Mobilfunkanschlüssen, Sonst. = Sonstige Kosten (z.B. Mehrwertdienste wie Auskunft, Servicehotlines usw., Summe Kosten ist ohne Grund- und Anschlussgebühren, Alle Beträge Netto)

Tabelle 3.2.2.1 – Telefonieverhalten Halle

3.2.3 DSL

Die Verwaltungsräume verfügen über einen DSL-6000-Anschluss, der auf einen der ISDN Anschlüsse aufgeschaltet ist. Der Schulungsraum verfügt ebenfalls über einen DSL-6000-Anschluss, der auf einen ansonsten ungenutzten analogen Telefonanschluss aufgeschaltet ist.

3.2.4 Datenaustausch

Der Datenaustausch innerhalb der Verwaltungsräume erfolgt über eine Netzwerkfreigabe auf einem serverähnlichen PC⁹⁰. Auf diese Freigabe können bis zu

⁹⁰ Dieser PC wird nicht als Arbeitsplatzrechner von Mitarbeitern genutzt, sondern stellt die Netzwerkfreigabe und den Netzwerkdrucker zur Verfügung und dient als Fax, ist jedoch kein

10 andere PCs lesend und schreibend zugreifen. Die Anzahl 10 liegt darin begründet, dass dieser PC ein Windows XP Professional als Betriebssystem verwendet. Bei diesem ist die Anzahl der Netzwerkverbindungen auf 10 limitiert.

Der Datenaustausch mit anderen Standorten erfolgt per E-Mail.

3.3 Staßfurt

3.3.1 Telefonie

Die Telefonie erfolgt in Staßfurt über eine gemietete Siemens HiCom TK Anlage, die über einen Anlagenanschluss mit 4 Leitungen (2xS0) und Durchwahl verfügt. In Staßfurt stehen also 4 Leitungen für Telefonie zur Verfügung.

3.3.2 Telefonieverhalten

Monat	Minuten				Kosten					Summe Kosten
	Intern	Ort	Fern	Mobil	Intern	Ort	Fern	Mobil	Sonst.	
Jan.	198	159	311	172	5,54 €	3,50 €	8,70 €	31,84 €	1,95 €	51,54 €
Feb.	299	353	470	308	8,36 €	7,78 €	13,15 €	56,99 €	2,60 €	88,88 €
März	104	165	248	295	2,90 €	3,63 €	6,95 €	54,58 €	4,37 €	72,43 €
April	187	275	424	248	5,23 €	6,06 €	11,87 €	45,96 €	9,94 €	79,06 €
Mai	136	195	301	254	3,80 €	4,28 €	8,43 €	46,95 €	6,68 €	70,14 €
Juni	116	239	329	272	3,24 €	5,25 €	9,20 €	50,23 €	0,46 €	68,38 €
Min.	104	159	248	172	2,90 €	3,50 €	6,95 €	31,84 €	0,46 €	45,66 €
Max.	299	353	470	308	8,36 €	7,78 €	13,15 €	56,99 €	9,94 €	96,22 €
Schnitt	173	231	347	258	4,85 €	5,08 €	9,72 €	47,76 €	4,33 €	71,74 €

(Min. = Minimum Jan.-Juni, Max = Jan.-Juni, Schnitt = Durchschnitt über die sechs Monate, Intern = Gespräche zwischen den Standorten, Fern = Gespräche ausserhalb des Ortsnetzes, innerhalb Deutschlands, Mobil = Gespräche zu Mobilfunkanschlüssen, Sonst. = Sonstige Kosten (z.B. Mehrwertdienste wie Auskunft, Servicehotlines usw., Summe Kosten ist ohne Grund- und Anschlussgebühren, Alle Beträge Netto)

Tabelle 3.3.2.1 – Telefonieverhalten Staßfurt

3.3.3 DSL

Die Verwaltungsräume verfügen über einen DSL-6000-Anschluss, der auf einem S0 des Anlagenanschlusses aufgeschaltet ist. Der Schulungsraum verfügt ebenfalls über einen DSL-6000-Anschluss, der auf einen ansonsten nicht genutzten ISDN-Anschluss aufgeschaltet ist.

Serversystem.

3 Momentane Situation

3.3.4 Datenaustausch

Der Datenaustausch innerhalb der Verwaltungsräume erfolgt über eine Netzwerkfreigabe auf einem Mitarbeiter PC. Auf diese Freigabe können bis zu 10 andere PCs lesend und schreibend zugreifen. Die Anzahl 10 liegt darin begründet, dass dieser Mitarbeiter PC ein Windows XP Professional als Betriebssystem verwendet. Bei diesem ist die Anzahl der Netzwerkverbindungen auf 10 limitiert. Der Datenaustausch mit anderen Standorten erfolgt per E-Mail.

3.4 Stendal

3.4.1 Telefonie

Die Telefonie erfolgt in Stendal über eine gemietete Siemens HiCom TK Anlage, die über einen Anlagenanschluss mit 4 Leitungen (2xS0) und Durchwahl, sowie einem ISDN-Anschluss. In Stendal stehen somit 6 Leitungen für Telefonie zur Verfügung.

3.4.2 Telefonieverhalten

Monat	Minuten				Kosten					Summe Kosten
	Intern	Ort	Fern	Mobil	Intern	Ort	Fern	Mobil	Sonst.	
Jan.	228	691	640	367	5,02 €	15,20 €	14,08 €	67,88 €	0,95 €	103,13 €
Feb.	353	603	301	248	7,77 €	13,27 €	6,63 €	45,91 €	1,45 €	75,02 €
März	91	454	287	174	2,01 €	9,99 €	6,32 €	32,13 €	6,77 €	57,22 €
April	281	753	581	347	6,18 €	16,09 €	12,79 €	64,23 €	1,45 €	100,75 €
Mai	81	586	381	253	1,79 €	12,90 €	8,38 €	46,74 €	1,99 €	71,80 €
Juni	143	553	297	259	3,15 €	12,17 €	6,54 €	47,91 €	0,78 €	70,55 €
Min.	81	454	287	174	1,79 €	9,99 €	6,32 €	32,13 €	0,78 €	51,01 €
Max.	353	732	640	367	7,77 €	16,09 €	14,08 €	67,88 €	6,77 €	112,60 €
Schnitt	196	603	415	275	4,32 €	13,27 €	9,12 €	50,80 €	2,23 €	79,74 €

(Min. = Minimum Jan.-Juni, Max = Jan.-Juni, Schnitt = Durchschnitt über die sechs Monate, Intern = Gespräche zwischen den Standorten, Fern = Gespräche ausserhalb des Ortsnetzes, innerhalb Deutschlands, Mobil = Gespräche zu Mobilfunkanschlüssen, Sonst. = Sonstige Kosten (z.B. Mehrwertdienste wie Auskunft, Servicehotlines usw., Summe Kosten ist ohne Grund- und Anschlussgebühren, Alle Beträge Netto)

Tabelle 3.4.2.1 – Telefonieverhalten Stendal

3.4.3 DSL

Die Verwaltungsräume verfügen über einen DSL-6000-Anschluss, der auf den ISDN-Anschluss aufgeschaltet ist. Der Schulungsraum verfügt ebenfalls über einen DSL-

2000-Zugang, der auf einen ansonsten nicht genutzten ISDN-Anschluss aufgeschaltet ist.

3.4.4 Datenaustausch

Der Datenaustausch innerhalb der Verwaltungsräume erfolgt über Netzwerkfreigaben. Auf jedem Mitarbeiter-PC ist der Ordner „Eigene Dateien“ im Netzwerk nur lesend freigegeben, es kann also jeder Mitarbeiter-PC lesend auf einen anderen zugreifen. Der Datenaustausch mit anderen Standorten erfolgt per E-Mail.

3.5 Gardelegen

3.5.1 Telefonie

Die Telefonie erfolgt in Gardelegen über einen ISDN-Anschluss mit 2 Leitungen und eine eigene kleine TK-Anlage mit vier Telefonen.

3.5.2 Telefonieverhalten

<i>Monat</i>	<i>Minuten</i>				<i>Kosten</i>					<i>Summe Kosten</i>
	Intern	Ort	Fern	Mobil	Intern	Ort	Fern	Mobil	Sonst.	
Jan.	12	221	226	134	0,32 €	4,87 €	6,34 €	24,77 €	0,00 €	36,29 €
Feb.	97	161	150	83	2,71 €	3,54 €	4,21 €	15,28 €	0,83 €	26,57 €
März	17	190	167	120	0,48 €	4,18 €	4,68 €	22,18 €	2,16 €	33,67 €
April	9	138	164	92	0,24 €	3,04 €	4,59 €	17,04 €	0,36 €	25,27 €
Mai	14	314	114	156	0,40 €	6,91 €	3,19 €	28,89 €	0,22 €	39,61 €
Juni	17	225	170	137	0,47 €	4,96 €	4,77 €	25,26 €	1,54 €	36,99 €
Min.	9	138	114	83	0,24 €	3,04 €	3,19 €	15,28 €	0,00 €	21,76 €
Max.	97	314	226	156	2,71 €	6,91 €	6,34 €	28,89 €	2,16 €	47,00 €
Schnitt	28	208	165	120	0,77 €	4,58 €	4,63 €	22,23 €	0,85 €	33,07 €

(Min. = Minimum Jan.-Juni, Max = Jan.-Juni, Schnitt = Durchschnitt über die sechs Monate, Intern = Gespräche zwischen den Standorten, Fern = Gespräche ausserhalb des Ortsnetzes, innerhalb Deutschlands, Mobil = Gespräche zu Mobilfunkanschlüssen, Sonst. = Sonstige Kosten (z.B. Mehrwertdienste wie Auskunft, Servicehotlines usw., Summe Kosten ist ohne Grund- und Anschlussgebühren, Alle Beträge Netto)

Tabelle 3.5.2.1 – Telefonieverhalten Gardelegen

3.5.3 DSL

Der Standort verfügt über einen DSL-6000-Anschluss, der auf den ISDN-Anschluss aufgeschaltet ist. Der Schulungsraum ist über WLAN mit dem Access-Point im Verwaltungsbereich verbunden und nutzt den selben Anschluss, eine Trennung

3 Momentane Situation

zwischen den Netzwerken erfolgt durch unterschiedliche IP-Adressbereiche.

3.5.4 Datenaustausch

Der Datenaustausch innerhalb der Verwaltungsräume erfolgt über eine Netzwerkfreigabe auf einem Mitarbeiter-PC. Der Datenaustausch mit anderen Standorten erfolgt per E-Mail.

3.6 Osterburg

3.6.1 Telefonie

Die Telefonie erfolgt in Osterburg über einen ISDN-Anschluss mit 2 Leitungen.

3.6.2 Telefonieverhalten

Monat	Minuten				Kosten					Summe Kosten
	Intern	Ort	Fern	Mobil	Intern	Ort	Fern	Mobil	Sonst.	
Jan.	2	131	197	288	0,07 €	2,88 €	5,51 €	53,26 €	1,30 €	63,02 €
Feb.	0	115	210	239	0,01 €	2,53 €	5,87 €	44,14 €	1,18 €	53,73 €
März	0	165	173	226	0,00 €	3,63 €	4,84 €	41,72 €	1,87 €	52,06 €
April	6	236	160	417	0,16 €	5,20 €	4,48 €	77,19 €	0,49 €	87,52 €
Mai	0	166	392	256	0,00 €	3,65 €	10,99 €	47,34 €	1,34 €	63,32 €
Juni	0	256	162	409	0,00 €	5,64 €	4,53 €	75,71 €	1,56 €	87,43 €
Min.	0	115	160	226	0,00 €	2,53 €	4,48 €	41,72 €	0,49 €	49,21 €
Max.	6	256	392	417	0,16 €	5,64 €	10,99 €	77,19 €	1,87 €	95,84 €
Schnitt	1	178	216	306	0,04 €	3,92 €	6,04 €	56,56 €	1,29 €	67,85 €

(Min. = Minimum Jan.-Juni, Max = Jan.-Juni, Schnitt = Durchschnitt über die sechs Monate, Intern = Gespräche zwischen den Standorten, Fern = Gespräche ausserhalb des Ortsnetzes, innerhalb Deutschlands, Mobil = Gespräche zu Mobilfunkanschlüssen, Sonst. = Sonstige Kosten (z.B. Mehrwertdienste wie Auskunft, Servicehotlines usw., Summe Kosten ist ohne Grund- und Anschlussgebühren, Alle Beträge Netto)

Tabelle 3.6.2.1 – Telefonieverhalten Osterburg

3.6.3 DSL

Der Standort verfügt über einen DSL-6000-Anschluss, der auf den ISDN-Anschluss aufgeschaltet ist.

3.6.4 Datenaustausch

Der Datenaustausch innerhalb der Verwaltungsräume erfolgt über eine Netzwerkfreigabe auf einem Mitarbeiter-PC. Der Datenaustausch mit anderen

Standorten erfolgt per E-Mail.

3.7 Kosten und Geräte - Übersicht

Standort	Anzahl				Kosten					Summe Monatl. Kosten
	Verwaltung			Schulung	Verwaltung				Schulung	
	Tel.	Nr.	PCs	PCs	Grundg.	Telefong	DSL	TK	DSL + Grundg.	
Magdebu.	11	3*	13	20	63,98	33,88	78,00	180,76	44,95	401,57 €
Halle	8	5*	7	21	138,80	36,41	28,53	187,42	19,90	411,06 €
Staufurt	7	1*	6	22	56,24	71,74	28,99	124,01	49,63	330,61 €
Stendal	8	2*	12	20	76,88	79,74	28,99	134,12	45,63	365,36 €
Gardeleg.	4	1	4	20	20,64	33,07	28,99	-	nVa	82,70 €
Osterburg	1	1	2	10	20,64	67,58	28,99	-	nVa	117,21 €

(Tel. = Telefone, Nr. = Anzahl Anschlüsse (ISDN und/oder 2xS0) * = ein Anschluss 2xS0, Grundg. = Grundgebühr der Telefonanschlüsse ohne Flatrates o.ä., Telefong. = Telefongebühren Durchschnitt über die Monate Jan. 2008 bis Juni 2008, TK = monatl. Kosten TK-Anlage (- wenn keine oder eigene vorhanden), nVa = nutzt Verwaltungsanschluss, Alle Beträge Netto)

Tabelle 3.7.1 – Kosten und Geräte – Momentane Situation

Die Anzahl der Telefone ist relevant, da diese bei den Siemens-TK Anlagen gemietet sind und auch bei einer Umstellung auf VoIP entweder gemietet oder angeschafft werden müssten, um die Arbeitsfähigkeit des jeweiligen Standortes auf dem jetzigen Niveau zu halten.

Die Anzahl der PCs ist in erster Linie angegeben, um zu bewerten wieviele PCs sich den Breitbandinternetzugang (DSL) teilen. Dies ist jedoch mit Vorsicht zu genießen, da nicht alle PCs zur gleichen Zeit den gleichen Traffic⁹¹ erzeugen. Die Formel *Bandbreite je PC = DSL-Bandbreite : PC-Anzahl* ist also nur als Orientierung brauchbar und spiegelt den Ist-Zustand wider, ohne den unterschiedlichen Up- und Downstream zu berücksichtigen. Die Formel kann helfen einzuschätzen wie ein gemeinsamer Breitband-Anschluss für Verwaltungs- und Schulungscomputer dimensioniert sein sollte. Ferner werden für diese Überlegung auch Erfahrungen der Mitarbeiter der einzelnen Standorte einbezogen, d.h. die Mitarbeiter wurden befragt, ob sie den Breitbandzugang für Verwaltung beziehungsweise Schulungsraum angemessen oder zu langsam finden. Diese Antworten werden in den Ausführungen zur erarbeiteten Zielsituation berücksichtigt.

91 Traffic bedeutet in diesem Zusammenhang Netzwerk(daten)verkehr über den Breitbandanschluss (Up- und Download).

3 Momentane Situation

Die Anzahl der PCs ist auch für ein kalkulatorisches Experiment interessant, da nahezu alle Telefone in der Nähe eines Computers stehen, wird auch überprüft, ob es Lösungen gibt statt VoIP-Tischtelefonen andere Geräte zu verwenden, die an den Computer angeschlossen werden und so Computer Integrierte Telefonie (CIT) ermöglichen.

4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung

Als Zielsituation wird ein reines IP-Netz innerhalb der ews angestrebt. Über dieses IP-Netz erfolgt die Telefonie mittels VoIP und ebenso der Internetzugang. Zielsetzung ist die Schaltung von nackten DSL-Anschlüssen, als reine Datenanschlüsse, die auch ohne Telefoniedienstleistung erhältlich sind, die Telefonie erfolgt via VoIP als Datenstrom.

Bei den hier betrachteten VoIP-Angeboten wird nicht mehr zwischen Orts- und Ferngesprächen unterschieden, sondern zwischen Gesprächen ins klassische Festnetz (bundesweit) und Gesprächen zwischen Anschlüssen des Dienstleisters.

Zugrunde gelegt wird die bisher vorhandene Anzahl von Telefonen, um eine gleich bleibende Arbeitsqualität in den Standorten zu erhalten. Die Gesprächsgebühren betragen anbieterintern 0,00 €, ins Festnetz bundesweit 0,0139 € und ins Mobilfunknetz durchschnittlich⁹² 0,1289 €.

Der Anbieter QSC stellt der ews schon jetzt verschiedene Dienstleistungen zur Verfügung, mit denen die ews sehr zufrieden ist. Da im Falle einer Umstellung der Dienstleistungen bei QSC die Kündigungsfristen laut Aussage eines Mitarbeiters nicht zu beachten sind und nur die Anschlüsse anderer Anbieter zu kündigen sind, hat sich die Geschäftsführerin der ews dazu entschieden auf einen Vergleich mit anderen VoIP Anbietern zu verzichten und QSC sowohl als Dienstleister für die Anschlüsse, als auch als Dienstleister für die VoIP Telefonie zu nutzen. Vorgegeben waren ferner eine Vertragslaufzeit von 36 Monaten (wie bisher) und in allen Standorten einheitliche Technik und Standards um den Wartungsaufwand möglichst gering zu halten.

Darüber hinaus ist QSC ein so genannter Vollanbieter, also ein Anbieter mit eigenen DSL-Vermittlungen, der kein Wiederverkäufer von fremden DSL-Zugängen ist. Andere Vollanbieter in Deutschland sind die Telekom, Arcor und Telefónica. Wiederverkäufer sind zum Beispiel Freenet, 1 & 1 und viele weitere kleinere Anbieter. Der große Vorteil eines Vollanbieters ist aus Sicht des Kunden, dass dieser eine DSL-Störung selbst beheben kann und im Falle einer Störung nicht auf seinen Dienstleister verweist.⁹³ Auch dieser Aspekt floß in die Entscheidung für QSC ein.

⁹² Durchschnittlich, weil je nach Netz unterschiedliche Tarife gelten.

⁹³ Siehe QP4: Beschwerdeflut – Was bei DSL alles schief gehen kann

4.1 Erste Zielsituation – Alle Standorte mit symmetrischem 2.048 kbit/s DSL-Anschluss

Als Anschluss wird von einem symmetrischem DSL mit jeweils 2048 kbit/s für Up- und Download und einer Vertragslaufzeit von 36 Monaten ausgegangen. Bei dieser Upload-Bandbreite, sind je nach Codec (siehe 2.2.2) unterschiedlich viele Gespräche parallel möglich. In dieser Übersicht sind nur die von QSC unterstützten Codecs aufgeführt.

<i>Codec</i>	<i>Bitrate (in kbit/s)</i>	<i>Bandbreite (in kbit/s)</i>	<i>Gespräche bei 1024 kbit/s</i>	<i>Gespräche bei 2048 kbit/s</i>
G.711	64,0	87,2	11	23
G.723	5,3	20,8	49	98
G.723	6,4	21,9	46	93
G.729	8,0	31,2	32	65

Tabelle 4.1.1 – Anzahl paralleler Gespräche mit QSC-Codecs

Bei einer Codierung nach G.711⁹⁴ sind bei der Upload-Bandbreite von 2048 kbit/s bis zu 23 parallel geführte Gespräche möglich, diese Anzahl wird in der Praxis in keinem Standort erreicht, weil in keinem Standort 23 Mitarbeiter arbeiten. Da die Upload-Bandbreite jedoch auf für andere Anwendungen, wie Surfen und E-Mail benötigt wird, habe ich in der Tabelle 4.1.1 auch die mögliche Anzahl paralleler Gespräche bei einer zur Verfügung stehenden Upload-Bandbreite von 1024 kbit/s berechnet. Selbst die Anzahl von 11 möglichen Gesprächen ist theoretischer Natur, da zum einen in keinem Standort zur Zeit 11 Leitungen für Telefonie zur Verfügung stehen, und zum anderen teilen sich die verschiedenen Ethernet-Anwendungen (VoIP-Telefonie, Surfen, E-Mail) die Bandbreite je nach Bedarf, mit der Priorität auf erfolgreicher Sprachkommunikation (VoIP)⁹⁵. Deshalb ist die Angabe zu 1024 kbit/s nur als Vergleichswert zu betrachten, die Schlussfolgerung aus dieser Betrachtung lautet: Eine Upload-Bandbreite von 2048 kbit/s ist aus jetziger Sicht absolut ausreichend.

Unter monetären Gesichtspunkten ist im Moment von einer Umstellung auf leistungsfähigere symmetrische DSL-Anschlüsse abzuraten, da diese die mögliche Ersparnis durch VoIP-Telefonie mit ihren hohen Grundgebühren wieder aufbrauchen.

⁹⁴ QSC empfiehlt seinen Kunden in der FAQ zum Produkt IPfonie als Codec G.711 zu wählen und überschlägig mit 100 kbit/s Bandbreite je Gesprächskanal zu rechnen.

⁹⁵ Die Priorität der Sprachkommunikation wird durch Quality-of-Service (QoS) Merkmale beim Anbieter und verwendeter Hardware erreicht.

4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung

Eine Umstellung macht dadurch aus wirtschaftlichen Gründen keinen Sinn mehr, weshalb die folgenden Berechnungen alle einen 2048 kbit/s Anschluss als Grundlage haben. Informativ möchte ich die anderen Möglichkeiten in dieser Tabelle vorstellen:

<i>Down-/Upload-Bandbreite</i>	<i>Monatliche Grundgebühr bei 36 Monatsvertrag</i>	<i>Einmalige Einrichtungspauschale</i>
2048/2048 kbit/s	144,00 EUR	99,00 EUR
4096/4096 kbit/s	239,00 EUR	199,00 EUR
6016/6016 kbit/s	533,00 EUR	299,00 EUR

Tabelle 4.1.2 – Übersicht Anschlussbandbreite und monatliche Kosten

Die Laufzeit von 36 Monaten wird auch für die gemieteten Telefone angenommen, die Anzahl der Telefone ergibt sich aus der Tabelle 3.7.1 (siehe dort). Der Preis je gemietetem Telefon und Monat beträgt 4,40 € bei einem Standardarbeitsplatztelefon, 9,30 € bei einem Telefon für den Empfangs- / Vermittlungsarbeitsplatz und 4,60 € für einen Adapter zum Anschluss analoger Telefone oder Faxgeräte⁹⁶ an den VoIP Anschluss, sowie 1,50 € für ein einfaches analoges Schnurlostelefon. Diese Kosten sind als Summe in der Spalte Telefon-Kosten der folgenden Tabellen zusammengefasst. Um den VoIP Service nutzen zu können und eine eigene TK-Anlage einzusparen sind für jedes gemietete Gerät noch Lizenzen zu erwerben, dabei ist zu beachten, dass für den Adapter zum Anschluss analoger Telefone oder Faxgeräte zwei Lizenzen zu erwerben sind, da dort sowohl Fax als auch Schnurlostelefon angeschlossen werden. Die Lizenzkosten sind in der Spalte Telefon-Kosten mit eingerechnet, da ihr Betrag direkt abhängig von der Anzahl der gemieteten Telefone ist.

⁹⁶ Der Anschluss von Faxgeräten an die so genannte ATA-Box ist laut QSC „VoIP Endgerätebrochure“ nicht freigegeben, in der Praxis jedoch funktionieren die meisten Faxgeräte Problemlos daran. Laut Auskunft eines QSC Mitarbeiters dient diese Aussage in erster Linie dem Haftungsausschluss bei seltenen Komplikationen im Zusammenspiel zwischen ATA-Box und Faxgerät.

4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung

Für Magdeburg ergibt sich dadurch folgende Rechnung, die hier beispielhaft dargestellt ist:

Anzahl Telefone gesamt: 11, setzt sich zusammen aus:

1x Empfangs- / Vermittlungsarbeitsplatz	9,30 €	9,30 €
9x Standardarbeitsplatz	4,40 €	39,60 €
1x Adapter für Telefone / Faxgeräte	4,60 €	4,60 €
1x Schnurlostelefon	1,50 €	1,50 €
12x Lizenzen	5,30 €	<u>63,60 €</u>
Summe je Monat		<u>118,60 €</u>

Bei den anderen Standorten geschieht die Berechnung analog, nur die Anzahl der Standardarbeitsplatz-Telefone und der Lizenzen variiert.

4.1.1 Telefonie Magdeburg

In Magdeburg ist ein reiner Datenanschluss bereits vorhanden. Dennoch wird dieser Standort hier ebenfalls betrachtet, um zu prüfen ob die Siemens-TK-Anlage durch VoIP-Mietgeräte ersetzt werden kann. Die Gesprächskosten richten sich nach dem in Punkt 3.1.2 ermittelten Telefonieverhalten, jeweils unterschieden nach Minima, Maxima und Durchschnitt (siehe dort).

	Gesprächskosten					Anschluss	Telefone	Summe
	Intern	Festnetz	Mobil	Sonstiges	Summe	Kosten	Kosten	Kosten
Min.	0,00 €	11,96 €	18,56 €	1,15 €	31,67 €	144,00 €	118,60 €	294,27 €
Max.	0,00 €	22,11 €	42,66 €	5,80 €	70,57 €	144,00 €	118,60 €	333,17 €
Schnitt	0,00 €	17,05 €	28,32 €	3,12 €	48,49 €	144,00 €	118,60 €	311,09 €

(Min. = Minimum Jan.-Juni, Max = Jan.-Juni, Schnitt = Durchschnitt über die sechs Monate, Intern = Gespräche zwischen den Standorten, Mobil = Gespräche zu Mobilfunkanschlüssen, Sonst. = Sonstige Kosten (z.B. Mehrwertdienste wie Auskunft, Servicehotlines usw., Alle Beträge Netto)

Tabelle 4.1.1.1 – Zielsituation Telefonie Magdeburg – 36 Monate

Für die Umsetzung dieser Variante kommen in Magdeburg folgende einmalige Kosten für die zwölf VoIP-Lizenzen und den Anschluss hinzu. Mögliche Investitionen in die IT-Infrastruktur sind an dieser Stelle nicht berücksichtigt, da diese ja auch der EDV und nicht ausschließlich der VoIP-Telefonie zugute kommen. Die Kosten für Lizenzen und Anschluss wurden auf die 36 Monate Vertragslaufzeit herunter gebrochen, damit die monatlichen Kosten besser vergleichbar sind.

4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung

	Einmalige Kosten			Je Monat	Telefonie	Summe
	Anschluss	Lizenzen	Summe	(36 Monaten)	Kosten	Kosten
Min.	99,00 €	36,00 €	135,00 €	3,75 €	294,27 €	298,02 €
Max.	99,00 €	36,00 €	135,00 €	3,75 €	333,17 €	336,92 €
Schnitt	99,00 €	36,00 €	135,00 €	3,75 €	311,09 €	314,84 €

(Min. = Minimum Jan.-Juni, Max = Jan.-Juni, Schnitt = Durchschnitt über die sechs Monate, Telefonie Kosten sind die Gesprächskosten und monatliche Grund-, Miet- und Lizenzgebühren, Alle Beträge Netto)

Tabelle 4.1.1.2 – Gesamtkosten Telefonie Magdeburg – 36 Monate

4.1.2 Telefonie Halle

In Halle werden in der Verwaltung der Anlagenanschluss (2x S0) und die durch den Umzug bzw. die Umstellung auf eine TK-Anlage vorhandenen, überflüssigen ISDN Anschlüsse nebst DSL und die Siemens-TK-Anlage durch einen VoIP-Anschluss mit Mietgeräten ersetzt. Die Gesprächskosten richten sich nach dem in Punkt 3.2.2 ermittelten Telefonieverhalten, jeweils unterschieden nach Minima, Maxima und Durchschnitt (siehe dort).

	Gesprächskosten					Anschluss	Telefone	Summe
	Intern	Festnetz	Mobil	Sonstiges	Summe	Kosten	Kosten	Kosten
Min.	0,00 €	3,82 €	6,51 €	0,05 €	10,38 €	144,00 €	89,50 €	243,88 €
Max.	0,00 €	8,00 €	25,83 €	6,86 €	40,68 €	144,00 €	89,50 €	274,18 €
Schnitt	0,00 €	5,49 €	13,87 €	1,93 €	21,29 €	144,00 €	89,50 €	254,79 €

(Min. = Minimum Jan.-Juni, Max = Jan.-Juni, Schnitt = Durchschnitt über die sechs Monate, Intern = Gespräche zwischen den Standorten, Mobil = Gespräche zu Mobilfunkanschlüssen, Sonst. = Sonstige Kosten (z.B. Mehrwertdienste wie Auskunft, Servicehotlines usw., Alle Beträge Netto)

Tabelle 4.1.2.1 – Zielsituation Telefonie Halle – 36 Monate

Für die Umsetzung dieser Variante kommen in Halle folgende einmalige Kosten für die neun VoIP-Lizenzen und den Anschluss hinzu. Mögliche Investitionen in die IT-Infrastruktur sind an dieser Stelle nicht berücksichtigt, da diese auch der EDV und nicht ausschließlich der VoIP-Telefonie zugute kommen. Die Kosten für Lizenzen und Anschluss wurden auf die 36 Monate Vertragslaufzeit herunter gebrochen, damit die monatlichen Kosten besser vergleichbar sind.

4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung

	Einmalige Kosten			Je Monat	Telefonie	Summe
	Anschluss	Lizenzen	Summe	(36 Monaten)	Kosten	Kosten
Min.	99,00 €	27,00 €	126,00 €	3,50 €	243,88 €	247,38 €
Max.	99,00 €	27,00 €	126,00 €	3,50 €	274,18 €	277,68 €
Schnitt	99,00 €	27,00 €	126,00 €	3,50 €	254,79 €	258,29 €

(Min. = Minimum Jan.-Juni, Max = Jan.-Juni, Schnitt = Durchschnitt über die sechs Monate, Telefonie Kosten sind die Gesprächskosten und monatliche Grund-, Miet- und Lizenzgebühren, Alle Beträge Netto)

Tabelle 4.1.2.2 – Gesamtkosten Telefonie Halle – 36 Monate

4.1.3 Telefonie Staßfurt

In Staßfurt wird in der Verwaltung der Anlagenanschluss (2x S0) nebst DSL und der Siemens-TK-Anlage durch einen VoIP-Anschluss mit Mietgeräten ersetzt. Die Gesprächskosten richten sich nach dem in Punkt 3.3.2 ermittelten Telefonieverhalten, jeweils unterschieden nach Minima, Maxima und Durchschnitt (siehe dort).

	Gesprächskosten					Anschluss	Telefone	Summe
	Intern	Festnetz	Mobil	Sonstiges	Summe	Kosten	Kosten	Kosten
Min.	0,00 €	5,66 €	22,19 €	0,46 €	28,31 €	144,00 €	79,80 €	252,11 €
Max.	0,00 €	11,44 €	39,71 €	9,94 €	61,09 €	144,00 €	79,80 €	284,89 €
Schnitt	0,00 €	8,04 €	33,28 €	4,33 €	45,65 €	144,00 €	79,80 €	269,45 €

(Min. = Minimum Jan.-Juni, Max = Jan.-Juni, Schnitt = Durchschnitt über die sechs Monate, Intern = Gespräche zwischen den Standorten, Mobil = Gespräche zu Mobilfunkanschlüssen, Sonst. = Sonstige Kosten (z.B. Mehrwertdienste wie Auskunft, Servicehotlines usw., Alle Beträge Netto)

Tabelle 4.1.3.1 – Zielsituation Telefonie Staßfurt – 36 Monate

Für die Umsetzung dieser Variante kommen in Staßfurt folgende einmalige Kosten für die acht VoIP-Lizenzen und den Anschluss hinzu. Mögliche Investitionen in die IT-Infrastruktur sind an dieser Stelle nicht berücksichtigt, da diese auch der EDV und nicht ausschließlich der VoIP-Telefonie zugute kommen. Die Kosten für Lizenzen und Anschluss wurden auf die 36 Monate Vertragslaufzeit herunter gebrochen, damit die monatlichen Kosten besser vergleichbar sind.

	Einmalige Kosten			Je Monat	Telefonie	Summe
	Anschluss	Lizenzen	Summe	(36 Monaten)	Kosten	Kosten
Min.	99,00 €	24,00 €	123,00 €	3,42 €	252,11 €	255,53 €
Max.	99,00 €	24,00 €	123,00 €	3,42 €	284,89 €	288,31 €
Schnitt	99,00 €	24,00 €	123,00 €	3,42 €	269,45 €	272,87 €

(Min. = Minimum Jan.-Juni, Max = Jan.-Juni, Schnitt = Durchschnitt über die sechs Monate, Telefonie Kosten sind die Gesprächskosten und monatliche Grund-, Miet- und Lizenzgebühren, Alle Beträge Netto)

Tabelle 4.1.3.2 – Gesamtkosten Telefonie Staßfurt – 36 Monate

4.1.4 Telefonie Stendal

In Stendal wird in der Verwaltung der Anlagenanschluss (2x S0) nebst dem alten ISDN-Anschluss, über den DSL anliegt, und die Siemens-TK-Anlage durch einen VoIP-Anschluss mit Mietgeräten ersetzt. Die Gesprächskosten richten sich nach dem in Punkt 3.4.2 ermittelten Telefonieverhalten, jeweils unterschieden nach Minima, Maxima und Durchschnitt (siehe dort).

	Gesprächskosten					Anschluss	Telefone	Summe
	Intern	Festnetz	Mobil	Sonstiges	Summe	Kosten	Kosten	Kosten
Min.	0,00 €	10,31 €	22,39 €	0,78 €	33,47 €	144,00 €	89,50 €	266,97 €
Max.	0,00 €	19,07 €	47,30 €	6,77 €	73,13 €	144,00 €	89,50 €	306,63 €
Schnitt	0,00 €	14,15 €	35,40 €	2,23 €	51,78 €	144,00 €	89,50 €	285,28 €

(Min. = Minimum Jan.-Juni, Max = Jan.-Juni, Schnitt = Durchschnitt über die sechs Monate, Intern = Gespräche zwischen den Standorten, Mobil = Gespräche zu Mobilfunkanschlüssen, Sonst. = Sonstige Kosten (z.B. Mehrwertdienste wie Auskunft, Servicehotlines usw., Alle Beträge Netto)

Tabelle 4.1.4.1 – Zielsituation Telefonie Stendal – 36 Monate

Für die Umsetzung dieser Variante kommen in Stendal folgende einmalige Kosten für die neun VoIP-Lizenzen und den Anschluss hinzu. Mögliche Investitionen in die IT-Infrastruktur sind an dieser Stelle nicht berücksichtigt, da diese auch der EDV und nicht ausschließlich der VoIP-Telefonie zugute kommen. Die Kosten für Lizenzen und Anschluss wurden auf die 36 Monate Vertragslaufzeit herunter gebrochen, damit die monatlichen Kosten besser vergleichbar sind.

	Einmalige Kosten			Je Monat	Telefonie	Summe
	Anschluss	Lizenzen	Summe	(36 Monaten)	Kosten	Kosten
Min.	99,00 €	27,00 €	126,00 €	3,50 €	266,97 €	270,47 €
Max.	99,00 €	27,00 €	126,00 €	3,50 €	306,63 €	310,13 €
Schnitt	99,00 €	27,00 €	126,00 €	3,50 €	285,28 €	288,78 €

(Min. = Minimum Jan.-Juni, Max = Jan.-Juni, Schnitt = Durchschnitt über die sechs Monate, Telefonie Kosten sind die Gesprächskosten und monatliche Grund-, Miet- und Lizenzgebühren, Alle Beträge Netto)

Tabelle 4.1.4.2 – Gesamtkosten Telefonie Stendal – 36 Monate

4.1.5 Telefonie Gardelegen

In Gardelegen wird der ISDN-Anschluss, über den DSL bezogen wird, und die eigene TK-Anlage durch einen VoIP-Anschluss mit Mietgeräten ersetzt. Die Gesprächskosten richten sich nach dem in Punkt 3.5.2 ermittelten Telefonieverhalten, jeweils unterschieden nach Minima, Maxima und Durchschnitt (siehe dort).

4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung

	Gesprächskosten					Anschluss	Telefone	Summe
	Intern	Festnetz	Mobil	Sonstiges	Summe	Kosten	Kosten	Kosten
Min.	0,00 €	3,51 €	10,65 €	0,00 €	14,16 €	144,00 €	50,70 €	208,86 €
Max.	0,00 €	7,51 €	20,13 €	2,16 €	29,80 €	144,00 €	50,70 €	224,50 €
Schnitt	0,00 €	5,19 €	15,49 €	0,85 €	21,54 €	144,00 €	50,70 €	216,24 €

(Min. = Minimum Jan.-Juni, Max = Jan.-Juni, Schnitt = Durchschnitt über die sechs Monate, Intern = Gespräche zwischen den Standorten, Mobil = Gespräche zu Mobilfunkanschlüssen, Sonst. = Sonstige Kosten (z.B. Mehrwertdienste wie Auskunft, Servicehotlines usw., Alle Beträge Netto)

Tabelle 4.1.5.1 – Zielsituation Telefonie Gardelegen – 36 Monate

Für die Umsetzung dieser Variante kommen in Gardelegen folgende einmalige Kosten für die fünf VoIP-Lizenzen und den Anschluss hinzu. Mögliche Investitionen in die IT-Infrastruktur sind an dieser Stelle nicht berücksichtigt, da diese auch der EDV und nicht ausschließlich der VoIP-Telefonie zugute kommen. Die Kosten für Lizenzen und Anschluss wurden auf die 36 Monate Vertragslaufzeit herunter gebrochen, damit die monatlichen Kosten besser vergleichbar sind.

	Einmalige Kosten			Je Monat	Telefonie	Summe
	Anschluss	Lizenzen	Summe	(36 Monaten)	Kosten	Kosten
Min.	99,00 €	15,00 €	114,00 €	3,17 €	208,86 €	212,03 €
Max.	99,00 €	15,00 €	114,00 €	3,17 €	224,50 €	227,67 €
Schnitt	99,00 €	15,00 €	114,00 €	3,17 €	216,24 €	219,41 €

(Min. = Minimum Jan.-Juni, Max = Jan.-Juni, Schnitt = Durchschnitt über die sechs Monate, Telefonie Kosten sind die Gesprächskosten und monatliche Grund-, Miet- und Lizenzgebühren, Alle Beträge Netto)

Tabelle 4.1.5.2 – Gesamtkosten Telefonie Gardelegen – 36 Monate

4.1.6 Telefonie Osterburg

In Osterburg wird der ISDN-Anschluss, auf dem DSL anliegt, durch einen VoIP-Anschluss mit Mietgeräten ersetzt. Da in Osterburg nur ein Schnurlostelefon und ein Fax benötigt wird betragen die Mietkosten für die Geräte hier nur 16,70 €⁹⁷. Die Gesprächskosten richten sich nach dem in Punkt 3.6.2 ermittelten Telefonieverhalten, jeweils unterschieden nach Minima, Maxima und Durchschnitt (siehe dort).

⁹⁷ 16,70 € = (2 x 5,30 € Lizenz) + 4,60 € ATA-Box + 1,50 € Schnurlos Telefon

4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung

	Gesprächskosten					Anschluss	Telefone	Summe
	Intern	Festnetz	Mobil	Sonstiges	Summe	Kosten	Kosten	Kosten
Min.	0,00 €	3,82 €	29,07 €	0,49 €	33,38 €	144,00 €	16,70 €	194,08 €
Max.	0,00 €	9,01 €	53,79 €	1,87 €	64,67 €	144,00 €	16,70 €	225,37 €
Schnitt	0,00 €	5,47 €	39,41 €	1,29 €	46,17 €	144,00 €	16,70 €	206,87 €

(Min. = Minimum Jan.-Juni, Max = Jan.-Juni, Schnitt = Durchschnitt über die sechs Monate, Intern = Gespräche zwischen den Standorten, Mobil = Gespräche zu Mobilfunkanschlüssen, Sonst. = Sonstige Kosten (z.B. Mehrwertdienste wie Auskunft, Servicehotlines usw., Alle Beträge Netto)

Tabelle 4.1.6.1 – Zielsituation Telefonie Osterburg – 36 Monate

Für die Umsetzung dieser Variante kommen in Osterburg folgende einmalige Kosten für die zwei VoIP-Lizenzen und den Anschluss hinzu. Mögliche Investitionen in die IT-Infrastruktur sind an dieser Stelle nicht berücksichtigt, da diese auch der EDV und nicht ausschließlich der VoIP-Telefonie zugute kommen. Die Kosten für Lizenzen und Anschluss wurden auf die 36 Monate Vertragslaufzeit herunter gebrochen, damit die monatlichen Kosten besser vergleichbar sind.

	Einmalige Kosten			Je Monat	Telefonie	Summe
	Anschluss	Lizenzen	Summe	(36 Monaten)	Kosten	Kosten
Min.	99,00 €	6,00 €	105,00 €	2,92 €	194,08 €	197,00 €
Max.	99,00 €	6,00 €	105,00 €	2,92 €	225,37 €	228,29 €
Schnitt	99,00 €	6,00 €	105,00 €	2,92 €	206,87 €	209,79 €

(Min. = Minimum Jan.-Juni, Max = Jan.-Juni, Schnitt = Durchschnitt über die sechs Monate, Telefonie Kosten sind die Gesprächskosten und monatliche Grund-, Miet- und Lizenzgebühren, Alle Beträge Netto)

Tabelle 4.1.6.2 – Gesamtkosten Telefonie Osterburg – 36 Monate

4.1.7 Telefonie – Vergleich Momentansituation – Erste Zielsituation

Der monetäre Vergleich der Momentansituation zur oben beschriebenen Zielsituation zeigt je nach Standort ein sehr differenziertes Bild:

	Monatl. Kosten Mom. Situation	Monatl. Kosten Zielsituation	Veränderung je Monat	Veränderung über 36 Monate	Veränderung relativ
Magdeburg	401,57 €	314,84 €	-86,73 €	-3122,28 €	-21,60 %
Halle	411,06 €	258,29 €	-152,77 €	-5499,72 €	-37,16 %
Staßfurt	330,61 €	272,87 €	-57,74 €	-2078,64 €	-17,46 %
Stendal	365,36 €	288,78 €	-76,58 €	-2756,88 €	-20,96 %
Gardelegen	82,70 €	219,41 €	136,71 €	4921,56 €	165,31 %
Osterburg	117,21 €	209,79 €	92,58 €	3332,88 €	78,99 %
Gesamtkosten	1708,51 €	1563,98 €	-144,53 €	-5203,08 €	-8,46 %

Tabelle 4.1.7.1 – Kostenvergleich Telefonie erste Zielsituation – 36 Monate

4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung

Über die ausgewählten Standorte betrachtet ergibt sich auf den ersten Blick eine relative Ersparnis von etwa 8,5 Prozent, absolut rund 145 Euro. Dies liest sich zwar auf den ersten Blick sehr positiv, überdeckt jedoch, dass sich für den Standort Halle eine Ersparnis von rund 37 Prozent ergibt, die in erster Linie aus dem Wegfall überflüssiger Anschlüsse resultiert. Für den Standort Gardelegen hingegen ergeben sich Mehrkosten von etwa 165 Prozent, also mehr als das 2,5-fache der jetzigen Kosten.

Ferner wird in dieser Gegenüberstellung unterschlagen, dass fast alle Standorte zur Zeit einen asymmetrischen DSL Zugang haben, mit deutlich mehr als 2048 kbit/s Download-Rate. In Standorten, die bisher getrennte DSL Zugänge für den Schulungsraum und den Verwaltungsbereich haben, kann es in Folge der Umstellung auf die 2048 kbit/s Downstream zu deutlich langsameren Seitenaufbau im Internet kommen, vor allem, wenn in einer Maßnahme 16 Teilnehmer gleichzeitig online nach Stellen suchen und in der Verwaltung wie üblich gearbeitet wird.

Die Probleme dieser Zielsituation resultieren aus der starren Vorgabe alle Standorte einheitlich zu versorgen, womit sowohl Geräte, als auch der DSL-Zugang über QSC als Vollanbieter gemeint sind.

4.1.8 Standortübergreifende Vernetzung via VPN

Damit die Mitarbeiter in den einzelnen Standorten effizienter arbeiten können und verschiedene Medien (zum Beispiel: Flyer) nicht in jedem Standort einzeln entwickelt werden, sondern einfach auf Vorlagen oder bereits bestehende Dokumente zugegriffen werden kann, soll ein standortübergreifendes Netzwerk geschaffen werden, in dem die Verwaltungscomputer auf einen zentralen Server zum Datenaustausch zugreifen können.

Relativ preiswert lässt sich diese Zielstellung durch ein VPN lösen. Ein VPN ist ein Netzwerk, welches durch ein anderes hindurch getunnelt wird (siehe Abschnitt 2.5). In diesem Fall wird das Netzwerk der ews durch das Internet getunnelt, somit dient das Internet als Datentransportweg zwischen den Standorten.

4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung

Angedacht ist, die PCs, die in den jeweiligen lokalen Netzen vernetzt sind über das VPN nach Magdeburg zu vernetzen. In Magdeburg soll dabei der Server stehen, der sowohl als Domaincontroller, als auch als Fileserver dient. Der Vorteil der Umstellung von lokaler Anmeldung auf eine Domain und von lokalen Freigaben auf einen Fileserver besteht darin, dass die Mitarbeiter nicht mehr fest an einen PC gebunden sind, sondern sich bei Bedarf, oder Hardwaredefekten auch an anderen PCs oder an PCs in anderen Standorten anmelden können. Ihre Daten und Programme finden die Mitarbeiter dann so vor, als würden sie sich an ihrem PC anmelden. Dies ist vor allem für Mitarbeiter interessant, die in mehreren Standorten eingesetzt werden und somit nicht mehr wie bisher ihre Daten auf einem USB-Stick transportieren müssen.

Ein großer Vorteil dieser Lösung ist, dass durch den Wegfall des Datentransports via E-Mail oder USB-Stick die Konsistenz der Daten gewahrt bleibt, das bedeutet es gibt nicht unterschiedliche Versionen einer Datei. Auch ein Backup sämtlicher Daten lässt sich bei einer zentralen Datenspeicherung einfacher durchführen als bei einer dezentralen Datenhaltung.

Da der Domaincontroller in Magdeburg steht muss, bereits die Anmeldung der Benutzer am PC über das VPN erfolgen. Dabei bietet es sich an, die VPN-Funktionalität nicht mittels Software auf jedem PC nachzubilden, sondern in die Router des jeweiligen Standortes auszulagern. Das hat den Vorteil, dass die Konfiguration je Standort nur einmal durchgeführt werden muss, unabhängig davon wie viele PCs sich dann in diesem Standortnetzwerk befinden. Ferner wird verhindert, dass die VPN Zugangsdaten beziehungsweise Zugangsschlüssel durch Diebstahl eines PCs oder Notebooks in unbefugte Hände gelangen. Selbst wenn man bei der VPN Sicherheit auf Smartcards oder den doppelten Zertifikataustausch zwischen den Endgeräten setzt, so stellt der Diebstahl eines Notebooks häufig ein Problem für die Sicherheit im VPN dar, da sich ein Notebook oder PC, bei dem die VPN Funktionalität über Software gelöst ist, theoretisch von jedem Internetzugang ins VPN einwählen kann. Dies wird eben dadurch verhindert, dass die VPN Funktionalität im Router stattfindet, das hat auch zur Folge, dass sich PCs und Notebooks nur im VPN befinden können, wenn sie an diesen Router angeschlossen sind. Ein Anwendungsfall für VPN Funktionen über Software sind beispielsweise Außendienstmitarbeiter, die sich von unterwegs via UMTS oder WLAN-Hot-Spots

4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung

oder ähnlichem ins VPN einwählen müssen. Dies ist bei der ews jedoch nicht nötig, sodass auf eine reine Hardwarelösung gesetzt werden kann.

Dafür ist für jeden Standort ein Router anzuschaffen, der die VPN-Funktionalität unterstützt. In Magdeburg ist ein Domaincontroller und Fileserver zu installieren und zu warten. Ferner ist angedacht den gesamten Internetdatenverkehr über Magdeburg als zentralen Zugangspunkt laufen zu lassen. Das hat den Vorteil, dass nur in Magdeburg eine entsprechende Firewall zu installieren ist.

Betrachten wir die Kostensituation: Als VPN-Router habe ich exemplarisch Geräte von Zyxel herangezogen. Die VPN-Router in den Standorten kann die Zyxel ZyWall 2WG bilden, die rund 175 € netto kostet und in Magdeburg kommt die Zyxel ZyWall 5 zum Einsatz, die 10 VPN Tunnel unterstützt und somit die Verbindung zwischen sich und den anderen Standorten herstellen kann. Sie kostet im Moment rund 310 € netto.

Bei der Anschaffung von fünf Zyxel ZyWall 2WG und einer ZyWall 5 entstehen Kosten in Höhe von 1185 € einmalig. Heruntergebrochen auf die 36 monatige Vertragslaufzeit ergeben sich damit Mehrkosten von 32,92 € monatlich, unternehmensweit.

Als Domaincontroller und Fileserver kommen in Magdeburg ein Server für rund 750 € netto zum Einsatz, als Betriebssystem wird eine Linux Distribution mit Samba als Domain-Controller bevorzugt um nicht noch Lizenzgebühren anfallen zu lassen. Zum Vergleich: Microsoft Windows Server 2008 Enterprise kostet rund 500 € zuzüglich rund 10 € je Gerät oder Nutzer, abhängig vom Lizenzmodell. Bei 44 Geräten⁹⁸ ergäben sich weitere Lizenzkosten von rund 440 €. Das bedeutet, ein Server mit Windows und diesen 44 Lizenzen kostet ungefähr 1690 €, d.h. auf die 36 monatige Vertragslaufzeit bezogen: 46,94 € monatlich. Der Server, mit Linux kostet nur 750 €, also 20,83 € monatlich bei 36 Monaten.

Die Einrichtung und Installation ist in beiden Versionen nicht betrachtet. Im Rahmen einer Studie zu Microsofts Aktion „Get the Facts“⁹⁹ kam die Beraterfirma zu dem

⁹⁸ Siehe Tabelle 3.7.1

⁹⁹ Ziel der Microsoft Aktion „Get the Facts“ war den Nachweis zu erbringen, dass der Betrieb, sowie die Einrichtung und Wartung, von Linux Servern trotz fehlender Lizenzkosten teurer ist als von Windows Servern.

4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung

„Schluss, dass sich die Kosten für die Server (Anm.: Linux und Windows Server) nicht wesentlich unterscheiden.“ Verglichen wurde jeweils die Einrichtung einer Windows- und eine Linux-Server Installation mit entsprechenden Clients.¹⁰⁰

Nachteilig an dieser Lösung ist, dass bei Ausfall des Magdeburger DSL Anschlusses die anderen Standorte weder ins Internet kommen, noch auf die Daten des Fileservers zugreifen können. Der Ausfall dieses einen Anschlusses würde die unternehmensweite EDV komplett lahm legen. Es muss also darüber nachgedacht werden Redundanzen einzubauen, indem zum Beispiel in Stendal die gleiche Infrastruktur wie in Magdeburg geschaffen wird um beim Ausfall von Magdeburg die anderen Standorte normal arbeiten zu lassen. Dieses Mehr an Sicherheit verursacht nicht nur mehr Kosten, sondern benötigt auch Lösungen, die die Datenkonsistenz und die manuelle oder automatische Umschaltung nach Stendal betreffen.

Unter Berücksichtigung der in diesem Abschnitt benannten Hardwareanschaffungen würde die Unternehmensweite TK-Kosten Ersparnis nicht mehr bei 144,53 € sondern nur noch bei rund 91 €¹⁰¹ liegen, damit würden zwar im Vergleich zur Momentansituation Kosten eingespart und gleichzeitig würde die EDV-Kommunikation verbessert, jedoch auf Kosten der fehlenden Redundanz und somit eines Ausfallrisikos des gesamten Unternehmensnetzes durch DSL-Störung oder Serverausfall in Magdeburg. Auch nicht betrachtet sind die Kosten für die Umstellung, welche das Personal und die teilweise doppelten Laufzeiten von Siemens-TK-Anlage und Miet-VoIP-Telefonen verursachen. Diese doppelte Laufzeit sollte natürlich so kurz wie möglich sein, wird sich aber bei einer solchen Systemmigration nicht ganz vermeiden lassen.

Betriebswirtschaftlich betrachtet ist dieser Lösungsansatz extrem risikobehaftet und spart kaum Kosten ein.

¹⁰⁰Siehe QO13: Von Kosten und Nutzen bei Windows- und Linux-Servern
¹⁰¹190,78 € = 144,53 € – 32,92 € (Kosten ZyWall) – 20.83 € (Kosten Linux -Server)

4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung

4.2 Fazit - Gedanken zu anderen Zielsituationen

Wie im vorigen Abschnitt beschrieben, ist die erarbeitete Zielsituation verbesserungswürdig, da die gewünschten Auswirkungen der Umstellung, in Form von Kostenersparnis bei gleichem Nutzen, ausbleiben. Die Reduzierung der Downloadbandbreiten von zur Zeit teilweise 6.016 kbit/s auf 2.048 kbit/s wird sich negativ auf das Tempo der Internetverbindung auswirken, wenn Schulungsraum und Verwaltung sich diesen 2.048 kbit/s Downstream teilen.

Um andere Zielsituationen zu erarbeiten wird von folgenden Vorgaben abgerückt:

- QSC als alleiniger Vollanbieter
- gleicher DSL-Anschluss für alle Standorte (je 2048 kbit/s Up- und Downstream)
- Vertragslaufzeit 36 Monate

Die Vertragslaufzeit wird bei den beiden folgenden Zielsituationen je einmal bei 36 Monaten belassen und einmal auf 60 Monate erhöht, um die einmaligen Kosten für die Anschlusseinrichtung und die Lizenzen zu reduzieren beziehungsweise ganz einzusparen. Ferner ändern sich bei 60 Monaten Vertragslaufzeit auch die Mietpreise für die Telefone. Am Beispiel Magdeburg ergibt sich eine monatliche Ersparnis von 34,30 € im Vergleich zu 36 Monaten Vertragslaufzeit. Die Miet- und Lizenzgebühren berechnen sich für Magdeburg wie folgt:

1x Empfangs- / Vermittlungsarbeitsplatz	5,60 €	5,60 €
9x Standardarbeitsplatz	2,60 €	23,40 €
1x Adapter für Telefone / Faxgeräte	2,80 €	2,80 €
1x Schnurlostelefon	0,90 €	0,90 €
12x Lizenzen	4,30 €	<u>51,60 €</u>
	Summe je Monat	<u>84,30 €</u>

Der DSL-Anschluss wurde in der zweiten Zielsituation auf 4.096 kbit/s Up- und Downstream in Magdeburg und Stendal erhöht, um dem beschriebenen Bandbreitenproblem (Engpass) zu entgehen. In Gardelegen und Osterburg wird ganz von symmetrischen DSL-Anschlüssen abgerückt, womit auch QSC als Vollanbieter entfällt. In der dritten Zielsituation erfolgt eine Umstellung auf VoIP nur, wenn die Kosten je Standort tatsächlich reduziert werden, das bedeutet keine Quersubventionierung zwischen den einzelnen Standorten.

CIT, also Computer Integrierte Telefonie, kann bei der Umstellung leider nicht zum Senken der Kosten verwendet werden, da QSC, nach Auskunft eines Vertriebsmitarbeiters, bei der IPfonie-Lösung keine Softphones unterstützt und die von QSC angebotenen Miet-Headsets sind ähnlich teuer wie Tischtelefone, ferner lehnt die Geschäftsführung Headsets ab („Wir sind doch kein Call-Center“).

4.3 Zweite Zielsituation – Teilweise mit symmetrischem DSL-Anschluss

Bei dieser Zielsituation wurden in Magdeburg und in Stendal symmetrische DSL-Anschlüsse mit jeweils 4.096 kbit/s Up- und Downstream zugrunde gelegt.

In den kleineren Standorten Gardelegen und Osterburg wird ein ADSL-Anschluss mit 6.016 kbit/s Downstream und 576 kbit/s Upstream angenommen. Dieser ermöglicht dennoch sechs parallele Telefonate in ISDN Qualität, nach G.711 (siehe Abschnitt 4.1). Der ADSL-Anschluss setzt einen T-Net Standard-Anschluss voraus, auf dem das ADSL von QSC aufgeschaltet wird, QSC ist in diesem Fall nicht mehr Vollanbieter, dieser T-Net Anschluss wird nicht für die Telefonie verwendet, sondern dient ausschließlich der ADSL Bereitstellung. Durch den T-Net Anschluss entstehen in diesen beiden Standorten monatliche Kosten von jeweils 17,95 Euro.

Die Standorte Stassfurt und Halle erfahren keine Veränderung gegenüber der oben erarbeiteten ersten Zielsituation.

4.3.1 Vertragslaufzeit 36 Monate

Die ausführlichen Zwischenschritte wurden analog der Abschnitte 4.1.1 bis 4.1.6 durchgeführt, aus Gründen der Übersichtlichkeit, wird hier jedoch nur das Ergebnis dieser Überlegungen und Berechnungen präsentiert.

4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung

	<i>Monatl. Kosten Mom.Situation</i>	<i>Monatl. Kosten Zielsituation</i>	<i>Veränderung je Monat</i>	<i>Veränderung über 36 Monate</i>	<i>Veränderung relativ</i>
Magdeburg	401,57 €	412,62 €	11,05 €	397,80 €	2,75 %
Halle	411,06 €	258,29 €	-152,77 €	-5499,72 €	-37,16 %
Staßfurt	330,61 €	272,87 €	-57,74 €	-2078,64 €	-17,46 %
Stendal	365,36 €	386,56 €	21,20 €	763,20 €	5,80 %
Gardelegen	82,70 €	141,55 €	58,85 €	2118,60 €	71,16 %
Osterburg	117,21 €	138,73 €	21,52 €	774,72 €	18,36 %
Gesamtkosten	1708,51 €	1610,62 €	-97,89 €	-3524,04 €	-5,73 %

Tabelle 4.3.1.1 – Kostenvergleich Telefonie zweite Zielsituation – 36 Monate

Wie der Tabelle 4.3.1.1 zu entnehmen ist, sind die Kosten in Gardelegen und Osterburg nicht so stark gestiegen, wie in der ursprünglich geplanten Zielsituation, jedoch ist die unternehmensweite Einsparung sogar geringer ausgefallen als in der ursprünglich geplanten Zielsituation, dies liegt an den deutlich teureren DSL Zugängen für Magdeburg und Stendal. Vorteil dieser Lösung ist jedoch, dass der Online-Zugang durch den größeren symmetrischen DSL-Anschluss deutlich leistungsfähiger ist als vorher, bei nur geringen Mehrkosten. Mehrkosten sind jedoch etwas, was im Rahmen dieser Arbeit zu vermeiden ist. Zielsetzung ist nicht zwingend die Umstellung auf eine neue Technologie, sondern die Reduzierung der Kommunikationskosten, gegebenenfalls auch durch Verwendung neuer Technologien. Würden die Anschlüsse in Stendal und Magdeburg nicht auf einen 4096er symmetrischen DSL Anschluss umgestellt und würde ansonsten an oben genannten Änderungen gegenüber der Zielsituation festgehalten, ergäbe sich eine relative Einsparung von 17,18 % zwischen momentaner Situation und dieser Zielsituation, das bedeutet eine monatliche Reduzierung der TK-Ausgaben um 293,45 Euro. Das wäre jedoch aus den oben genannten Gründen zur knapp bemessenen Bandbreite nicht empfehlenswert.

4.3.2 Vertragslaufzeit 60 Monate

Die Vertragslaufzeit wird nun auf 60 Monate ausgedehnt, was einen Wegfall der einmaligen Anschluss- und Lizenzgebühren und eine Verringerung der monatlichen Grundgebühren, sowie der monatlichen Lizenz- und Mietgebühren zur Folge hat.

4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung

Allerdings zum Nachteil einer fünfjährigen Vertragsbindung.

	<i>Monatl. Kosten Mom. Situation</i>	<i>Monatl. Kosten Zielsituation</i>	<i>Veränderung je Monat</i>	<i>Veränderung über 60 Monate</i>	<i>Veränderung relativ</i>
Magdeburg	401,57 €	356,09 €	-45,48 €	-2728,80 €	-11,33 %
Halle	411,06 €	219,19 €	-191,87 €	-11512,20 €	-46,68 %
Stäßfurt	330,61 €	238,65 €	-91,96 €	-5517,60 €	-27,82 %
Stendal	365,36 €	339,68 €	-25,68 €	-1540,80 €	-7,03 %
Gardelegen	82,70 €	122,79 €	40,09 €	2405,40 €	48,48 %
Osterburg	117,21 €	130,52 €	13,31 €	798,60 €	11,36 %
Gesamtkosten	1708,51 €	1406,92 €	-301,59 €	-18095,40 €	-17,65 %

Tabelle 4.3.2.1 – Kostenvergleich Telefonie zweite Zielsituation – 60 Monate

Hier gilt das im Abschnitt 4.3.1 als Fazit Geschriebene, jedoch ist die unternehmensweite Einsparung jetzt höher als in der in 4.3.1 beschriebenen zweiten Zielsituation mit 36 Monaten und höher als bei der ersten Zielsituation. Würde man auch hier, wie in 4.3.1, auf die Änderung der DSL Zugänge in Magdeburg und Stendal verzichten und nur die oben genannten Änderungen in Osterburg und Gardelegen durchführen, so ergäbe sich hier eine relative Ersparnis von 28,19 %, das entspricht 481,59 € je Monat, jedoch zum Preis der geringen Downloadbandbreite (2.048 kbit/s).

4.4 Dritte Zielsituation – VoIP nur wenn Einsparung erfolgt

Nach dem sich oben herausstellte, dass eine Umstellung auf die gewünschte Zielsituation, also VoIP-Kommunikation einheitlich über alle Standorte, und einem standortübergreifendem VPN mit einem zentralen Internetzugang keinen Sinn macht, weil die beschriebenen Nachteile die Vorteile aufwiegen und sich auch keine betriebswirtschaftlich sinnvolle Einsparung ergibt, habe ich mit der zweiten Zielsituation versucht das ursprüngliche Ziel preiswerter zu erreichen. Auch diese Wege stellten sich als Irrtum heraus.

Mit dieser dritten Zielsituation geht es nun darum, in erster Linie eine betriebswirtschaftlich vertretbare Lösung zu finden, das bedeutet VoIP Telefonie nur in den Standorten einzuführen, wo es betriebswirtschaftlich sinnvoll oder notwendig ist. An den anderen Standorten wird die bisherige TK-Infrastruktur beibehalten, wenn dies günstiger ist als eine Umstellung auf VoIP. Alle Standorte sollten ihren eigenen

4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung

Internetzugang behalten, es wird nur ein VPN zum Datenaustausch zwischen den Standorten und Magdeburg etabliert. Es wird jedoch nicht mehr sämtlicher Internet-traffic über Magdeburg, als zentralen Zugangspunkt mit Firewall, Fileserver und Domaincontroller geplant. Dadurch können auch die symmetrischen DSL Zugänge durch preiswerte asymmetrische DSL Zugänge ersetzt werden.

4.4.1 Vertragslaufzeit 36 Monate

	<i>Monatl. Kosten Mom.Situation</i>	<i>Monatl. Kosten Zielsituation</i>	<i>Veränderung je Monat</i>	<i>Veränderung über 36 Monate</i>	<i>Veränderung relativ</i>
Magdeburg	401,57 €	240,68 €	-160,89 €	-5792,04 €	-40,07 %
Halle	411,06 €	243,07 €	-167,99 €	-6047,64 €	-40,87 %
Staßfurt	330,61 €	198,74 €	-131,87 €	-4747,32 €	-39,89 %
Stendal	365,36 €	214,62 €	-150,74 €	-5426,64 €	-41,26 %
Gardelegen	82,70 €	82,70 €	0 €	0 €	0 %
Osterburg	117,21 €	117,21 €	0 €	0 €	0 %
Gesamtkosten	1708,51 €	1097,02 €	-611,49 €	-22013,64 €	-35,79 %

Tabelle 4.4.1.1 – Kostenvergleich Telefonie dritte Zielsituation – 36 Monate

In dieser, von mir favorisierten, Zielsituation werden sowohl die Vorteile der neuen Technologie VoIP, mit dem Verzicht auf herkömmliche TK-Anlagen, sowie die betriebswirtschaftliche Zielsetzung der Kosteneinsparungen umgesetzt.

In den kleineren Standorten Gardelegen und Osterburg erfolgt keine Änderung an der bestehenden TK-Infrastruktur, da diese Standorte im Vergleich zu den größeren Standorten Magdeburg, Halle, Staßfurt und Stendal mit einem ISDN Anschluss, also zwei Telefonleitungen, und einer kleinen eigenen TK-Anlage vollkommen ausreichend dimensioniert sind.

Die Standorte Magdeburg, Halle, Staßfurt und Stendal erhalten jeweils einen einfachen T-Net Anschluss (17,95 € / Monat), auf den ein ADSL von QSC aufgeschaltet wird (53,00 € / Monat). Dieses ADSL hat eine Downloadrate von 6016 kbit/s, die für die gemeinsame Nutzung durch Verwaltung und Schulungsraum ausreichend dimensioniert ist, und eine Uploadrate von 576 kbit/s. Diese Uploadrate ist unter dem Gesichtspunkt, dass jeder Standort selbstständig Anschluss ans Internet hat und der Datenaustausch unternehmensintern, im Vergleich zur sonstigen

4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung

Nutzung, sehr gering ausfallen wird ausreichend. Die Siemens-TK Anlagen entfallen in diesen Standorten, ebenso wie die 2xS0 Anlagenanschlüsse, und werden durch gemietete VoIP Telefone nebst Lizenzen ersetzt. Davon ausgehend, dass je VoIP Gespräch eine Bandbreite von 87,2 kbit/s benötigt wird, können immer noch bis zu sechs Gespräche in ISDN Qualität auf der Uploadbandbreite durchgeführt werden. Der bisherige 2xS0-Anschluss verfügt über vier ISDN-Leitungen. Werden also nur vier Gespräche gleichzeitig geführt werden ergibt sich folgende Rechnung:

$576 \text{ kbit/s} - 349 \text{ kbit/s}^{102} = 227 \text{ kbit/s}$ verbleiben als Uploadbandbreite, ein aus momentaner Sicht ausreichender Wert, da die jetzigen DSL-Anschlüsse Uploadbandbreiten von 128 kbit/s bis 256 kbit/s haben, das bedeutet bei vier gleichzeitigen Gesprächen über VoIP ist die Internetnutzung wie bisher möglich.

Die Kostenersparnis ergibt sich durch den Entfall der Siemens-TK Anlage und durch die deutlich niedrigeren Gesprächsgebühren. In den Standorten Magdeburg, Halle und Stendal zusätzlich durch den Wegfall überflüssiger alter Anschlüsse.

4.4.2 Vertragslaufzeit 60 Monate

Überträgt man den Vorschlag aus 4.4.1, also ausschließlich preiswerte ADSL Anschlüsse zu verwenden und damit die Anzahl der möglichen Gesprächsverbindungen und die Uploadbandbreite deutlich zu reduzieren, auf die 60 monatige Vertragslaufzeit um die einmaligen Anschluss- und Lizenzgebühren zu sparen, so ergibt sich eine relative Einsparung von 43,91 %. Dies entspricht einer monatlichen Kostenreduktion von 750,13 € und verringert über die Vertragslaufzeit von 60 Monaten die TK-Ausgaben um 45.007,80 € (9.001,56 € / Jahr).

¹⁰²Gedanke: 4 Gespräche entsprechen vier ISDN-Leitungen, d.h. Bandbreitebedarf: $4 \times 87,2 \text{ kbit/s} = 349 \text{ kbit/s}$

4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung

	<i>Monatl. Kosten Mom.Situation</i>	<i>Monatl. Kosten Zielsituation</i>	<i>Veränderung je Monat</i>	<i>Veränderung über 60 Monate</i>	<i>Veränderung relativ</i>
Magdeburg	401,57 €	197,04 €	-204,53 €	-12271,80 €	-50,93 %
Halle	411,06 €	210,47 €	-200,59 €	-12035,40 €	-48,80 %
Staßfurt	330,61 €	168,94 €	-161,67 €	-9700,20 €	-48,90 %
Stendal	365,36 €	182,02 €	-183,34 €	-11000,40 €	-50,18 %
Gardelegen	82,70 €	82,70 €	0 €	0 €	0 %
Osterburg	117,21 €	117,21 €	0 €	0 €	0 %
Gesamtkosten	1708,51 €	958,38 €	-750,13 €	-45007,80 €	-43,91 %

Tabelle 4.4.2.1 – Kostenvergleich Telefonie dritte Zielsituation – 60 Monate

4.4.3 Alle Standorte VoIP über ADSL

Davon ausgehend, dass die Ersparnis durch Umstellung auf VoIP über ADSL mit 6.016/576 kbit/s derartige Einsparungen hervorruft, könnte die Geschäftsführung versucht sein alle Standorte gleich zu gestalten und damit die Standorte Gardlegen und Osterburg wieder mit der Ersparnis der anderen Standorte zu subventionieren. Diese Situation wird hier für 36 und 60 Monate vorgestellt:

	<i>Monatl. Kosten Mom.Situation</i>	<i>Monatl. Kosten Zielsituation</i>	<i>Veränderung je Monat</i>	<i>Veränderung über 36 Monate</i>	<i>Veränderung relativ</i>
Magdeburg	401,57 €	240,68 €	-160,89 €	-5792,04 €	-40,07 %
Halle	411,06 €	243,07 €	-167,99 €	-6047,64 €	-40,87 %
Staßfurt	330,61 €	198,74 €	-131,87 €	-4747,32 €	-39,89 %
Stendal	365,36 €	214,62 €	-150,74 €	-5426,64 €	-41,26 %
Gardelegen	82,70 €	141,55 €	58,85 €	2118,60 €	71,16 %
Osterburg	117,21 €	138,73 €	21,52 €	774,72 €	18,36 %
Gesamtkosten	1708,51 €	1177,39 €	-531,12 €	-19120,32 €	-31,08 %

Tabelle 4.4.3.1 – Kostenvergleich Telefonie alle ADSL / VoIP – 36 Monate

4 Verschiedene Zielsituationen – der Weg zur Lösung

	<i>Monatl. Kosten Mom. Situation</i>	<i>Monatl. Kosten Zielsituation</i>	<i>Veränderung je Monat</i>	<i>Veränderung über 60 Monate</i>	<i>Veränderung relativ</i>
Magdeburg	401,57 €	197,04 €	-204,53 €	-12271,80 €	-50,93 %
Halle	411,06 €	210,47 €	-200,59 €	-12035,40 €	-48,80 %
Stäßfurt	330,61 €	168,94 €	-161,67 €	-9700,20 €	-48,90 %
Stendal	365,36 €	182,02 €	-183,34 €	-11000,40 €	-50,18 %
Gardelegen	82,70 €	122,79 €	40,09 €	2405,40 €	48,48 %
Osterburg	117,21 €	130,52 €	13,31 €	798,60 €	11,36 %
Gesamtkosten	1708,51 €	1011,78 €	-696,73 €	-41803,8 €	40,78 %

Tabelle 4.4.3.2 – Kostenvergleich Telefonie alle ADSL / VoIP – 60 Monate

Diese Lösungen sind auf Grund der Querfinanzierung betriebswirtschaftlich nur bedingt sinnvoll, es gilt abzuwägen, ob die Vereinheitlichung der Anschlüsse und Geräte mehr Wert ist, bzw. auf Dauer mehr Kosten spart, als die Umstellung, die zu höheren Kosten bei einigen Standorten führt, an Kosten verursacht. Es ist auch zu beachten, dass Gardelegen und Osterburg hier stellvertretend für die anderen kleinen Standorte Havelberg, Seehausen, Tangerhütte und Tangermünde betrachtet werden. Wenn sich die Telefonkosten in diesen vier Standorten im Mittel so erhöhen wie in Gardelegen und Osterburg, also durchschnittlich um 40,19 € bei 36 Monaten und um 26,70 € bei 60 Monaten Vertragslaufzeit, so steigen die Gesamtkosten je Monat um 160,76 €¹⁰³ bei 36 Monaten, beziehungsweise um 106,80 €¹⁰⁴ bei 60 Monaten Vertragslaufzeit. In die Betrachtung der Gesamtsituation sind diese Kosten mit einzubeziehen, in die vorherigen Berechnungen werden diese Mehrkosten jedoch nicht mit einbezogen, da die Momentansituation in diesen vier Standorten nicht ausgewertet wurde. Unternehmensweit sollte es zu einer Ersparnis kommen, da in den Standorten Magdeburg, Halle, Stäßfurt und Stendal mehr eingespart wird als in den sechs kleinen Standorten an Mehrkosten entsteht. Die monatliche Ersparnis beträgt dann 370,36 € bei 36 Monaten und 589,93 € bei 60 Monaten Vertragslaufzeit.

¹⁰³ $4 \times 40,19 \text{ €} = 160,76 \text{ €}$, da die Erhöhung in allen vier Standorten anfällt

¹⁰⁴ $4 \times 26,70 \text{ €} = 106,80 \text{ €}$, da die Erhöhung in allen vier Standorten anfällt

5 Geräte – Eigenschaften und Kosten

In diesem Kapitel werden die Geräte, die in den vorherigen Kapiteln kurz erwähnt und teilweise in die Berechnung einbezogen wurden, detaillierter vorgestellt.

5.1 VoIP – Geräte

5.1.1 Telefon – Standardarbeitsplatz

Als Tischtelefon für den normalen Arbeitsplatz wurde in den vorhergehenden Kapiteln für die Kalkulationen das Tischtelefon OP-410 Economy verwendet. Dieses Telefon hat folgende technische Daten und Eigenschaften¹⁰⁵:

- Lieferbare Farben: dunkelblau und hellgrau
- Schwenkbares alphanumerisches LCD-Display (2 x 24 Zeichen)
- Mikrofon Stummschaltung
- Lautstärke einstellbar, Laut hören
- verschiedene Klingeltöne
- Interaktive, menügesteuerte Benutzerführung
- 12 frei programmierbare Funktionstasten
- Sprachkodierung nach G.711
- QoS-Markierung
- 10/100 MBit/s (BASE T) Netzwerkschnittstelle RJ45
- Stromversorgung: Power over Ethernet (Klasse 1) oder optionales Steckernetzteil
- Administration über QSC Online-Managementportal

Das Telefon sieht den bisher bei der ews verwendeten Siemens Systemtelefonen sehr ähnlich, laut Aussage eines CB-Tel Mitarbeiters werden die Telefone für QSC bei Siemens gefertigt.

Da es sich bei VoIP Telefonie nicht mehr um eine Siemens-TK-Anlage handelt,

¹⁰⁵ Siehe QP7: QSC VOIP-Endgerätebroschüre

sondern die TK-Anlagen-Funktionalität von QSC über die Konfiguration des Online-Managementportals nachgebildet wird, sind die Besetztlampen (rechts neben den Funktionstasten) ohne Funktion.¹⁰⁶

Die Kosten für das VoIP Tischtelefon OP-410 Economy betragen monatlich netto 4,40 € bei 36 Monaten Vertragslaufzeit und 2,60 € bei 60 Monaten Vertragslaufzeit.

5.1.2 Telefon – Vermittlungsarbeitsplatz

Als Tischtelefon für den Vermittlungsarbeitsplatz wurde in den vorhergehenden Kapiteln für die Kalkulationen das Tischtelefon OP-410 Advance verwendet. Dieses Telefon hat weitestgehend die gleichen technischen Daten und Eigenschaften wie das im vorigen Kapitel vorgestellte OP-410 Economy, jedoch verfügt es über ein größeres und hintergrundbeleuchtetes LCD-Display (4 x 24 Zeichen) und über 19 Funktionstasten.

Auch dieses Telefon soll bei Siemens gefertigt werden und die Besetztlampen sind ebenfalls ohne Funktion.

Die Kosten für das VoIP Tischtelefon OP-410 Advance betragen monatlich netto 9,30 € bei 36 Monaten Vertragslaufzeit und 5,60 € bei 60 Monaten Vertragslaufzeit.

5.1.3 ATA-Box

Als ATA-Box bezeichnet QSC den eigenen Analog-Telefon-Adapter¹⁰⁷ (ATA), der dazu dient herkömmliche analoge Telefone (z.Bsp. schnurlose Telefone) und Faxgeräte mit der VoIP-Lösung zu verbinden, dafür verfügt er über einen Netzwerkanschluss und über zwei analoge Anschlüsse.

Technische Daten und Eigenschaften¹⁰⁸ der ATA-Box:

- Sprachkodierung nach G.711
- QoS-Markierung
- 10/100 MBit/s (BASE T) Netzwerkschnittstelle RJ45

106 Siehe QP7: QSC VOIP-Endgerätebroschüre

107 Der Analog-Telefon-Adapter wird bei anderen Anbietern und in der Literatur häufig auch als IP a/b-Adapter bezeichnet.

108 Siehe QP7: QSC VOIP-Endgerätebroschüre

5 Geräte – Eigenschaften und Kosten

- zwei analoge Schnittstellen (RJ11)
- Stromversorgung: Steckernetzteil

Laut QSC VOIP-Endgerätebroschüre ist die ATA-Box offiziell nicht für den Betrieb an Faxgeräten freigegeben, was laut Aussage eines QSC Mitarbeiters vor allem an der Vielzahl der verschiedenen Faxgeräte und dadurch nicht auszuschließender Inkompatibilitäten liegt. In der Praxis betreiben laut QSC Mitarbeiter sehr viele VoIP Kunden von QSC ein Fax ohne Probleme an der ATA-Box, da ansonsten die komplette Umstellung eines Unternehmens auf VoIP-Telefonie am Faxgerät scheitern würde. Auch für die ewS macht eine Umstellung betriebswirtschaftlich keinen Sinn, wenn an jedem Standort ein analoger Anschluss nur für das Faxgerät vorgehalten würde. Wenn die Lösung mit ADSL über einen T-Net Anschluss von der ewS umgesetzt wird, dann ist es zwar möglich das Faxgerät ohne zusätzliche Kosten an diesem analogen Anschluss zu betreiben, allerdings kann dem Fax keine Rufnummer aus dem VoIP Nummernblock zugewiesen werden beziehungsweise es ist eine Rufumleitung von der VoIP Faxnummer auf die analoge Rufnummer nötig.

Die Kosten für die ATA-Box betragen monatlich netto 4,60 € bei 36 Monaten Vertragslaufzeit und 2,80 € bei 60 Monaten Vertragslaufzeit.

5.2 Energieverbrauch verschiedener TK-Systeme

Der Energieverbrauch von VoIP-Lösungen ist ein interessanter Aspekt, der bei der Auseinandersetzung mit einer möglichen Umstellung von herkömmlicher TK-Technik auf VoIP nicht zu vernachlässigen ist, gerade vor dem aktuellen Green-IT-Gedanken¹⁰⁹.

Da keine Daten für die Tischtelefone mit Steckernetzteil zur Verfügung standen wird an dieser Stelle auf eine Studie des VAF Bundesverband Telekommunikation e.V. zurückgegriffen, welche in den Medien oft heran gezogen wird um VoIP und klassische TK-Infrastruktur miteinander zu vergleichen.¹¹⁰

¹⁰⁹ Laut einer Studie von Gartner sind die weltweit im Einsatz befindlichen IT-Geräte für zwei Prozent der gesamten CO₂-Ausstöße verantwortlich, weshalb Green-IT der Gedanke ist diesen CO₂-Ausstoß zu reduzieren. Dies hat durch geringere Energieverbräuche der EDV-Technik meist sogar betriebswirtschaftlichen Nutzen.

¹¹⁰ Siehe QP5: Energieverbrauch bei TK-Systemen.

Hier die Stromverbrauchs-Daten der Studie für ein Unternehmen mit 100 Mitarbeitern:

	Siemens TK-Anlage	VoIP-Tischtelefone	VoIP-Softphones
Monatl. Stromverbrauch	3.946,80 KWh	6.187,90 KWh	4.216,90 KWh
Jährl. Stromverbrauch	47.361,60 KWh	74.254,80 KWh	50.602,80 KWh
Monatliche Kosten ¹¹¹	710,42 €	1.113,82 €	759,04 €
Jährliche Kosten	8.525,09 €	13.365,86 €	9.108,5 €
Relative Änderung	100 %	156,78 %	106,84 %

Tabelle 5.2.1 – Energieverbrauch von TK-Systemen

Aus dieser Studie geht leider nicht hervor, von wie vielen Telefonen ausgegangen wird. (Wirklich je Mitarbeiter ein Telefon?) Ferner wird davon ausgegangen, dass der VoIP-Server selbst betrieben wird, dies wäre bei der avisierten VoIP-Mietlösung jedoch nicht der Fall, dort würde der Server von QSC betrieben. Der VoIP-Server ist in der Studie mit einer ständigen Leistungsaufnahme von 550 Watt kalkuliert. Damit beträgt der monatliche Stromverbrauch des VoIP-Servers, bei angenommenen 30 Tagen je Monat und 24h Betrieb, wie in der Studie vorgegeben, 396 KWh. Bei Abzug des Stromverbrauchs des VoIP-Servers ergibt sich folgende Situation:

	Siemens TK-Anlage	VoIP-Tischtelefone	VoIP-Softphones
Monatl. Stromverbrauch	3.946,80 KWh	5791,90 KWh	3820,90 KWh
Jährl. Stromverbrauch	47361,60 KWh	69502,80 KWh	45850,80 KWh
Monatliche Kosten ¹¹²	710,42 €	1042,54 €	687,76 €
Jährliche Kosten	8525,09 €	12510,50 €	8253,14 €
Relative Änderung	100 %	146,75 %	96,81 %

Tabelle 5.2.2 – Energieverbrauch von TK-Systemen ohne VoIP-Server

Dieses Szenario entspricht eher den Gegebenheiten bei der ews. Ohne eigenen VoIP-Server zeigen sich die Vorteile von Softphones gegenüber herkömmlichen Telefonen, da bei der Softphone VoIP-Lösung der Stromverbrauch der Tischtelefone und der Stromverbrauch der Siemens TK-Anlage entfällt. Daher ist diese Lösung verbrauchsärmer als die bisherige. Wie bereits in Abschnitt 4.8 beschrieben ist diese Lösung jedoch nicht umsetzbar. Die absoluten Zahlen sind für die ews nicht relevant, da die Unternehmensstruktur anders ist als die in der Studie zugrunde gelegte. Jedoch kann die prozentuale Änderung als Anhaltspunkt dienen. Beim Betrieb von

¹¹¹ Angenommener Preis: 0,18 Euro je KWh netto.

¹¹² Angenommener Preis: 0,18 Euro je KWh netto.

5 Geräte – Eigenschaften und Kosten

Tischtelefonen ist mit einem Mehrstromverbrauch der TK-Infrastruktur in Höhe von rund 47 Prozent zu rechnen. Bei den Tischtelefonen wird in dieser Studie von Power-over-Ethernet¹¹³ Stromversorgung ausgegangen, jedoch immer von der maximal möglichen und nicht von der durchschnittlichen Leistungsaufnahme. Zu beachten ist, dass eine Stromversorgung der VoIP-Tischtelefone mittels Power-over-Ethernet einer Versorgung durch Steckernetzteile immer vorzuziehen ist, da jedes Steckernetzteil wieder eine eigene Blindleistung hat.

5.2.1 Stromverbrauch der QSC VoIP-Tischtelefone

Die Tischtelefone von QSC können sowohl mittels Steckernetzteil, als auch mittels Power-over-Ethernet betrieben werden, die in den vorausgehenden Kalkulationen betrachteten Telefone gehören der PoE Klasse 1 an, das heißt sie haben eine Leistungsaufnahme von 0,44 Watt bis 12,95 Watt, laut QSC im Mittel gemessene 4,4 Watt.¹¹⁴

Daraus ergeben sich für die Standorte folgende Leistungsdaten für die Power-over-Ethernet-Einspeisung:

	Telefone	0,44 Watt (Minimum)	4,4 Watt (Mittelwert)	12,95 Watt (Maximum)
Magdeburg	10	4,40 Watt	44,00 Watt	129,50 Watt
Halle	7	3,08 Watt	30,80 Watt	90,65 Watt
Staßfurt	6	2,64 Watt	26,40 Watt	77,70 Watt
Stendal	7	3,08 Watt	30,80 Watt	90,65 Watt
Gardelegen	3	1,32 Watt	13,20 Watt	38,85 Watt
Osterburg	1	0,44 Watt	4,40 Watt	12,95 Watt

Tabelle 5.2.1.1 – Power over Ethernet Leistungsaufnahme Tischtelefone

Berücksichtigt wurden in dieser Übersicht je Standort nur Tischtelefone, da Fax und Schnurlostelefon ohnehin einen 230V Anschluss benötigten und diese an der ATA-Box betrieben werden, die wiederum mittels Steckernetzteil betrieben wird.

Vor allem die Spalten Mittelwert und Maximum sind für die Dimensionierung der PoE-Switches von Bedeutung. Für alle Standorte mit bis zu sieben PoE-Tischtelefonen

¹¹³ Power-over-Ethernet ist ein Standard, bei dem die Stromversorgung eines Angeschlossenen Ethernet-Gerätes (also Netzwerk-Gerätes) direkt über das Netzkabel erfolgt. Netzkabel werden also zur Stromversorgung und zur Kommunikation verwendet. Kurz: PoE

¹¹⁴ Siehe QP7: QSC VOIP-Endgerätebroschüre

empfiehlt sich der Einsatz von einem 8-Port Power-over-Ethernet Switch¹¹⁵. Bei diesem wird ein Port für den Uplink benötigt und an den verbleibenden sieben Ports werden die Tischtelefone angeschlossen. Die zur Verfügung gestellte PoE-Leistung beträgt zum Beispiel beim 8-Port Switch Allnet ALL8089WPOE 120 Watt, damit ist er ausreichend dimensioniert, um bei 7 Tischtelefonen im Moment der maximalen Leistungsaufnahme (insgesamt 90,65 Watt) keine Probleme zu verursachen. Dieser Switch kostet netto um die 117 Euro und ist damit eher preiswert für einen PoE-Switch, bietet jedoch auch nur zwei QoS-Queues an. Dadurch eignet sich das Gerät vor allem für Standorte, die nur über einen ISDN Anschluss mit zwei Telefonleitungen verfügen. Bei Standorten mit 2 x S0 Anlagenanschluss empfiehlt sich der Zyxel ES-2108PWR, der mit vier QoS-Queues bis zu vier Gespräche in ISDN-Qualität ermöglicht. Die Anschaffungskosten für dieses Gerät betragen rund 263 Euro netto. Für Magdeburg ist die PoE Leistung dieses Gerätes jedoch nicht ausreichend dimensioniert, wodurch sich für Magdeburg als PoE Switch der Netgear FS728TP anbietet, der rund 463 Euro netto kostet.

Diese Überlegung führt einen Gedanken der VoIP-Telefonie ad absurdum, nämlich die gemeinsame Nutzung einer Infrastruktur für EDV und Telefon. Es ist jedoch betriebswirtschaftlich sinnvoll im Schaltschrank nur einen PoE-Switch für alle Telefone zu verwenden und diese entsprechend auf dem Patchfeld zu verkabeln, und den bereits vorhandenen Switch für die EDV zu nutzen. Es kommt also doch wieder zu einer Trennung der Infrastruktur, da Telefon und Computer nicht beliebig an den vorhandenen Netzwerkdosen angesteckt werden können. Am Standort Stendal beispielsweise werden nur sieben Telefone mittels PoE versorgt, damit würde die 140 Euro teure Anschaffung eines PoE-Switches genügen. In Stendal werden zwölf PCs in der Verwaltung betrieben, das bedeutet insgesamt müssten 20 Netzwerkgeräte¹¹⁶ miteinander über einen Switch verbunden werden, der an jedem Port die PoE-Leistung zur Verfügung stellen kann, die jedoch nicht an jedem Port abgerufen wird, es genügt also theoretisch ein PoE-Switch, der die maximal benötigten 90,65 Watt zur Verfügung stellt. Exemplarisch sei hier der Netgear FS726TP ProSafe erwähnt,

¹¹⁵ Ein Switch ist eine Art „Netzwerkdatenverteiler“, der anders als ein Hub die Datenpakete gezielt zwischen Sender und Empfänger vermittelt. Ein PoE-Switch ist ein Switch, der zusätzlich Strom für PoE-Endgeräte über die Netzwurkkabel zur Verfügung stellt.

¹¹⁶ 20 Netzwerkgeräte = 7 Telefone + 12 Computer + 1 ATA-Box

5 Geräte – Eigenschaften und Kosten

ein 24-Port PoE-Switch, der rund 450 Euro netto kostet. Allerdings, wenn man bedenkt, dass der EDV-Switch bereits vorhanden ist, immer noch fast vier Mal so teuer wie die Lösung mit getrennten EDV- und PoE-Switches.

5.3 Power-over-Ethernet Switches - PoE

Im vorigen Kapitel wurde dargestellt, weshalb die Stromversorgung der Tischtelefone über Power-over-Ethernet betriebswirtschaftlich und ökologisch sinnvoll ist. In diesem Kapitel werden die erwähnten Geräte kurz vorgestellt.

5.3.1 Allnet ALL8089WPOE

Der Allnet ALL8089WPOE ist ein 8-Port PoE-Switch, der an allen 8-Ports (Anschlüssen) Power-over-Ethernet zur Verfügung stellt, dabei beträgt die maximal zur Verfügung stehende Leistung 120 Watt. Dies ist für die Zwecke der ews in allen Standorten außer Magdeburg ausreichend. In Magdeburg gibt es mehr als 8 Telefone. Leider unterstützt dieses preiswerte Gerät das QoS-Merkmal für die VoIP-Telefonie in guter Sprachqualität nur mit bis zu zwei QoS-Queues, das bedeutet nur bei zwei gleichzeitigen VoIP-Sprachverbindungen kann die Sprachqualität auf ISDN Niveau sichergestellt werden, bei weiteren Verbindungen ist eine konstant gute Sprachqualität nicht mehr gewährleistet. Dieses Gerät eignet sich daher für die ews nur in den kleineren Standorten, bei denen bisher ein ISDN-Anschluss (d.h. zwei Telefonleitungen) genügt.¹¹⁷

Die Anschaffungskosten für den Allnet ALL8089WPOE betragen rund 117 € netto, das bedeutet umgerechnet auf die Vertragslaufzeit bei 36 Monaten 3,25 € je Monat und bei 60 Monaten 1,95 € monatlich netto.

5.3.2 Zyxel ES-2108PWR

Der Zyxel ES-2108PWR ist ebenso wie der oben genannte Allnet Switch ein 8-Port PoE-Switch, der eine maximale PoE-Leistung von ebenfalls 120 Watt zur Verfügung stellt. Er eignet sich dadurch ebenso für alle Standorte außer Magdeburg. In Magdeburg gibt es mehr als 8 Telefone. Er bietet mit bis zu vier QoS-Queues die Möglichkeit bis zu vier gleichzeitige Gespräche in ISDN-Qualität zu führen. Damit

¹¹⁷ Siehe QP8: Strom übers Netz – PoE Switches liefern Energie per Netzkabel

eignet er sich hervorragend für die Standorte, die bisher eine TK-Anlage mit 2 x S0-Anschluss (d.h. vier Telefonleitungen) haben. Für die kleineren Standorte ist er betriebswirtschaftlich nicht sinnvoll, weil er mehr als doppelt so teuer wie sein Allnet Pendant ist.¹¹⁸

Die Anschaffungskosten für den Zyxel ES-2108PWR betragen rund 263 € netto, das bedeutet umgerechnet auf die Vertragslaufzeit bei 36 Monaten 7,31 € je Monat und bei 60 Monaten 4,38 € monatlich netto.

5.3.3 Netgear FS728TP

Der Netgear FS728TP ist ein 24 Port Power-over-Ethernet Switch, der dieses Merkmal auf allen 24 Ports anbieten kann. Da er eine maximal PoE-Leistung von 195 Watt zur Verfügung stellen kann, können auch in Magdeburg alle Telefone mit PoE versorgt werden. Ferner bietet er mit QoS-Merkmalen auch die Möglichkeit für VoIP-Telefonie.¹¹⁹

Der Netgear FS728TP kostet rund 463 € netto, das bedeutet umgerechnet auf eine 36 monatige Vertragslaufzeit 12,86 € je Monat und bei 60 Monaten Vertragslaufzeit 7,72 € monatlich netto.

5.4 Virtual private Network Hardware – VPN

Wie bereits oben beschrieben ist es für die ews sinnvoll auf eine VPN-Hardware Lösung zu setzen und diese einer Softwarelösung vorzuziehen. In diesem Abschnitt werden die Geräte kurz vorgestellt, die in vorhergehenden Kapiteln bereits erwähnt wurden. Die Verwendung von Geräten eines Herstellers ist anzustreben um sicherzustellen, dass in der Hardwarelösung implementierte Sicherheitslösungen wirklich vollständig kompatibel zu einander sind. Grundsätzlich sollten alle Geräte, die den VPN-Standard unterstützen auch zu einander kompatibel sein, jedoch ist der Administrationsaufwand bei gleichen Geräten geringer, da nur eine einmalige Einarbeitung für das Gerät notwendig ist. Wenn es also betriebswirtschaftlich vertretbar ist sollten Geräte eines Herstellers verwendet werden. In der ews sind beispielsweise DSL Router und WLAN Access Points von unterschiedlichsten

118 Siehe QP8: Strom übers Netz – PoE Switches liefern Energie per Netzkabel

119 Siehe QP9: Netgear FS728TP Datenblatt

5 Geräte – Eigenschaften und Kosten

Herstellern vorhanden. Grundsätzlich funktioniert auch alles, jedoch zeigte sich in der Praxis, dass ein Bridged-Routing über WLAN Access Points verschiedener Hersteller teilweise nur mit Einschränkungen des Schutzes¹²⁰ zu realisieren ist oder aufwendige Firmwareupgrades notwendig sind, um diese Features zu unterstützen. Nachteilig an einer Hardwarelösung die ausschließlich auf einem Hersteller basiert ist, dass bei Auftreten einer Sicherheitslücke in der Hardwarelösung nicht nur ein Standort, sondern alle Standorte davon betroffen sein können.

5.4.1 Zyxel ZyWALL 2WG

Die ZyWALL 2WG ist ein Router, der viele Funktionen in sich vereint, er unterstützt bis zu fünf VPN-Verbindungen (ZyNOS ICSA Zertifiziert) und verfügt über vier frei konfigurierbare Netzwerkanschlüsse, dadurch ist es möglich mit nur einem Gerät und nur einem DSL Zugang im Standort die Schulungsnetzwerke vom Verwaltungsnetzwerk zu trennen. Neben einem DSL Modem ist mit der ZyWALL 2WG ein Internetzugang auch über ein 3G Netzwerk¹²¹ möglich. Das bedeutet, dass die ZyWALL 2WG im Falle eines DSL Ausfalles den Internetzugang über ein Handy-Netz zur Verfügung stellt. Dies ist mit zusätzlichen Kosten durch einen Handy-Datentarif verbunden. Da der ZyWALL 2WG dies unterstützt erscheint es sinnvoll, wenn mehrere Standorte mit dem ZyWALL 2WG betrieben werden, einen Handy-Datentarif als Vertrag abzuschließen, um bei Ausfall des DSL in einem Standort die Karte von Magdeburg aus dorthin zu bringen. Somit ist der Standort in maximal zwei Stunden (inklusive Anfahrt) wieder online, wenn auch langsamer als über DSL. Zum Schutz des Schulungsnetzwerkes und der Teilnehmer vor illegalen und / oder unerwünschten Webseiten verfügt der ZyWALL 2WG noch über einen Internet-Content-Filter. WLAN für kabellose Netzwerkanbindung ist ebenfalls integriert.¹²²

Die Anschaffungskosten für den ZyWALL 2WG betragen rund 175 € netto, das bedeutet umgerechnet auf die Vertragslaufzeit bei 36 Monaten 4,86 € je Monat und bei 60 Monaten 2,92 € monatlich netto.

120 Im konkreten Fall beherrschten beide WLAN Access Point zwar WPA2-PSK-Verschlüsselung, ließen sich jedoch nur mit der weniger sicheren WEP-Verschlüsselung zur Zusammenarbeit im Bridged-Mode bewegen.

121 3G Netzwerke sind moderne Handy Datennetze (UMTS, HSDPA, GPRS und EDGE).

122 Siehe QO15: ZyWALL 2WG Produktbeschreibung

5.4.1.1 HUAWEI E800 (3G Netzwerkadapter für ZyWALL 2WG und Datentarif)

Der HUAWEI E800 ist eine HSDPA Express Card, die sowohl UMTS als auch HSDPA mit bis zu 7,2 MBit/s unterstützt.¹²³ In diesen Adapter wird die SIM-Karte eines Handy-Datentarif-Anbieters eingelegt, anschließend kann dieser Adapter in der ZyWALL 2WG verwendet werden, um bei Ausfall des DSL in einem Standort die PCs über die Handy-Datenverbindung online zu bringen.

Die Anschaffungskosten für den HUAWEI E800 betragen rund 97 € netto, das bedeutet umgerechnet auf die Vertragslaufzeit bei 36 Monaten 2,69 € je Monat und bei 60 Monaten 1,62 € monatlich netto.

Als Datentarif eignet sich beispielsweise eine E-Plus Datenflatrate, ohne Telefonie, die ohne rabattierte Hardware und mit 24 Monaten Vertragslaufzeit monatlich 14,71 € netto kostet. Mit diesem Tarif können die Standorte bei DSL-Ausfall weiterhin Internet nutzen. Nachteil dieser Lösung ist, dass die 14,71 € netto auch anfallen wenn in keinem Standort das DSL ausfällt. Es obliegt der Geschäftsführung, ob sie bereit ist diesen Betrag einzusetzen in dem Wissen, dass im Falle einer DSL Störung der Standort innerhalb von zwei Stunden, inklusive Anfahrt, wieder online ist.

5.4.2 Zyxel ZyWALL 5

Der Zyxel ZyWALL 5 ist ebenfalls ein Hardware VPN DSL-Router, der jedoch weder WLAN noch 3G Netzwerke unterstützt. Mit bis zu zehn simultanen VPN-Verbindungen ist der ZyWALL 5 jedoch sehr gut für den Standort Magdeburg geeignet, da sich so alle neun Standorte und Außenstellen¹²⁴ mit dem Server in Magdeburg verbinden können. Gleichzeitig stößt der ZyWALL 5 bei einer weiteren Expansion des Unternehmens schnell an seine Grenzen. Der ZyWALL 5 verfügt ebenso wie der ZyWALL 2WG über vier frei konfigurierbare Netzwerkanschlüsse zur Trennung von Schulungs- und Verwaltungsnetzwerk und über einen Internet-Content-Filter.¹²⁵

Die Anschaffungskosten für den ZyWALL 5 betragen rund 310 € netto, das bedeutet umgerechnet auf die Vertragslaufzeit bei 36 Monaten 8,61 € je Monat und bei 60

¹²³ Siehe QP10: HUAWEI E800 Datenblatt

¹²⁴ Halle, Staßfurt, Stendal, Gardelegen, Havelberg, Osterburg, Seehausen, Tangerhütte und Tangermünde

¹²⁵ Siehe QO16: ZyWALL 5 Produktbeschreibung

5 Geräte – Eigenschaften und Kosten

Monaten 5,17 € monatlich netto.

5.4.3 Zyxel ZyWALL 35

Der Zyxel ZyWALL 35 entspricht weitestgehend dem ZyWALL 5, verfügt also auch weder über WLAN noch über eine 3G Netzwerkunterstützung. Der große Vorteil des ZyWALL 35 ist jedoch, dass er bis zu 35 simultane VPN Zugänge unterstützt und somit auch für eine Expansion des Unternehmens gerüstet ist. Ferner verfügt er über zwei WAN-Zugänge, was bedeutet der Anschluss an zwei DSL Zugänge ist möglich. Dies kann beispielsweise am Standort Magdeburg sinnvoll sein, da dort ein DSL Zugang für die Verwaltung benötigt wird und ein zweiter mit statischer IP-Adresse, um im Schulungsraum SAP Schulungen durchzuführen. Durch diese zwei WAN-Zugänge mit in der ZyWALL 35 integriertem Load-Balancer und Auto-Fail-Over ist es möglich bei Ausfall eines DSL Zuganges das Netzwerk automatisch über den anderen zu betreiben. Selbstverständlich verfügt der ZyWALL 35 auch über einen Internet-Content-Filter und frei konfigurierbare Netzwerkanschlüsse zur Trennung von Verwaltungs- und Schulungsnetzwerk jedoch nicht über ein DSL-Modem. Das bedeutet zum Betrieb der beiden WAN-Ports werden noch zwei DSL-Modems benötigt.¹²⁶

Die Anschaffungskosten für den ZyWALL 35 betragen rund 546 € netto, das bedeutet umgerechnet auf die Vertragslaufzeit bei 36 Monaten 15,17 € je Monat und bei 60 Monaten 9,10 € monatlich netto.

5.4.3.1 D-Link DSL-321B/DE (DSL-Modem für ZyWALL35)

Da der Zyxel ZyWALL 35 kein integriertes DSL Modem hat, ist für Standorte, die mit diesem Gerät arbeiten ein DSL-Modem, wie beispielsweise das hier genannte D-Link DSL-321B/DE zu beschaffen. Dieses wird zwischen DSL-Splitter und ZyWALL 35 installiert und ermöglicht der ZyWALL 35 Daten ins Internet zu senden und aus dem Internet zu empfangen. Im D-Link DSL-321B/DE werden die DSL Zugangsdaten von QSC eingetragen.

¹²⁶ Siehe QO17: ZyWALL 35 Produktbeschreibung

5 Geräte – Eigenschaften und Kosten

Die Anschaffungskosten für den D-Link DSL-321B/DE betragen rund 35 € netto, das bedeutet umgerechnet auf die Vertragslaufzeit bei 36 Monaten 0,97 € je Monat und bei 60 Monaten 0,58 € monatlich netto.

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

6.1 Vorschlag Zielsituation

Als Zielsituation wird die in Kapitel 4.4 und 4.4.2 ausgearbeitete Zielsituation favorisiert. Der langen Vertragslaufzeit von 60 Monaten stehen die deutlich geringeren monatlichen Grundgebühren, die niedrigeren Mietpreise für die VoIP-Endgeräte und die niedrigeren, teilweise sogar entfallenden einmaligen Anschlussgebühren gegenüber. Da auch die im Moment eingesetzten Siemens-TK-Anlagen eine Mietzeit von fünf Jahren haben, was dort für die Geschäftsführung vertretbar war, ist es in diesem Fall ebenfalls vertretbar sich für fünf Jahre zu binden – betriebswirtschaftlich sogar vorteilhaft.

6.1.1 Telefonie

Die Umstellung auf VoIP erfolgt nur in Standorten, in denen dadurch eine Einsparung erzielt wird. Die Ersparnis der Standorte Magdeburg, Halle, Staßfurt und Stendal wird nicht dazu verwendet in den kleineren Standorten Gardelegen und Osterburg ebenfalls VoIP Telefonie zu ermöglichen. Dies wäre sonst eine Quersubventionierung, welche die unternehmensweite Einsparung reduziert. Da die VoIP Telefonie im Vergleich zur jetzigen Lösung deutlich niedrigere Gesprächsgebühren aufweist empfiehlt es sich das Telefonieverhalten der Standorte Gardelegen, Osterburg, Havelberg, Seehausen, Tangerhütte und Tangermünde regelmäßig zu überprüfen und bei Bedarf über eine andere als die bisherige Lösung nachzudenken.

In dieser Zielsituation wird für jeden Standort ein analoger T-Com-Anschluss gebucht, auf den durch QSC ein asymmetrisches DSL mit 6016 kbit/s Downloadbandbreite und 576 kbit/s Uploadbandbreite geschaltet wird. Im Vergleich zu anderen Anbietern erscheint die monatliche Grundgebühr für dieses 6000er DSL mit 53 € hoch, jedoch verfügt es mit 576 kbit/s über eine deutlich größere Uploadbandbreite als die meisten anderen 6000er DSL und zusätzlich wird das für VoIP Telefonie benötigte QoS-Merkmal für Telefonie in ISDN-Qualität unterstützt. DSL von QSC ist ferner Voraussetzung für die Inanspruchnahme der QSC-VoIP Lösung mit Mietgeräten, bei der QSC die Funktionalität der TK-Anlage nachbildet.

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

Die Standorte, in denen die Umstellung erfolgt, benutzen im Moment einen 2 x S0 Anschluss mit vier Telefonleitungen, das heißt bis zu vier Telefonate sind gleichzeitig möglich.¹²⁷ Vier gleichzeitige VoIP Telefonate in ISDN Qualität nach G.711 benötigen eine Bandbreite von 349 kbit/s, dadurch verbleibt eine Uploadbandbreite von 227 kbit/s, ähnlich der Uploadbandbreite der im Moment verwendeten DSL-Zugänge.

Die Konfiguration der VoIP Lösung erfolgt nicht mehr durch einen Siemens-Techniker, sondern kann über das QSC Online-Management-Portal vom Administrator oder vom Mitarbeiter selbst durchgeführt werden. In diesem Portal kann das Verhalten des Telefons bei „Besetzt“ und bei „Abwesenheit“ ebenso konfiguriert werden wie die Rufumleitung auf einen anderen Apparat – und das unternehmensweit.

Damit ist es beispielsweise möglich, wenn ein Mitarbeiter aus Magdeburg in Staßfurt ist und einen Anruf auf seinen Apparat erwartet, diesen von Staßfurt aus nach Staßfurt umzuleiten, bisher ist dies nur am Apparat selbst möglich. Ebenfalls möglich ist die Fernumstellung, wenn beispielsweise der Standort Staßfurt am Freitag seine Telefone nach Magdeburg umleitet, dies jedoch vergisst am Montag rückgängig zu machen, so kann die Rufumleitung von Magdeburg aus aufgehoben werden. Ebenso kann die Rufumleitung natürlich von Magdeburg aus aktiviert werden, wenn durch eine nicht vorhergesehene Situation der Standort nicht besetzt ist.

In jedem der vier Standorte ist für den Empfangs- bzw. Sekretariatsarbeitsplatz die Anmietung eines Vermittlungsarbeitsplatz-Telefons mit großem Display (4 x 24 Zeichen) und 19 Funktionstasten für die Programmierung von Kurzwahlen angedacht.

Jedes bisherige Arbeitsplatztelefon wird durch ein Telefon, ähnlich dem bisherigem, mit 2 x 24 Zeichen Display und 12 Funktionstasten ersetzt.

Ferner wird für jeden Standort eine ATA-Box (siehe 5.1.3) angeschafft an die das standorteigene Faxgerät und ein schnurloses analoges Telefon angeschlossen werden. Damit ist über VoIP Telefonie auch der Betrieb eines Faxes möglich und

¹²⁷ Teilweise sind historisch gewachsen noch analoge oder ISDN Anschlüsse vorhanden, jedoch wird von der Geschäftsführung und den Standortleitungen die Möglichkeit von vier gleichzeitigen Telefonaten als absolut ausreichend erachtet, so dass die anderen Anschlüsse in diesem Kapitel keine Erwähnung finden.

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

jeder Standort verfügt über ein Schnurlos-Telefon. Der Anschluss der Geräte an die ATA-Box erfolgt über RJ11-Western-Stecker. Das bedeutet die TAE-Stecker von Fax und der Basisstation des schnurlosen Telefons sind durch RJ11 Stecker zu ersetzen. Dafür kann die bereits vorhandene Crimpzange nebst bereits vorhandenen Western-Steckern verwendet werden.

6.1.2 DSL

Im Moment verfügen alle Standorte über zwei DSL Zugänge, einen für das Schulungsnetzwerk und einen für das Verwaltungsnetzwerk. Die Ursache dafür ist, dass eine strikte Trennung von Schulungs- und Verwaltungsnetzwerk angestrebt wird, dies verursacht nicht nur doppelte Kosten, sondern bietet den Vorteil bei Ausfall eines DSL das andere für einfache Internetrecherchen zu nutzen. Dafür muss der Mitarbeiter dann entweder in den Schulungsraum oder der Teilnehmer an einen Verwaltungsarbeitsplatz. Trotz der im Standort durch die zwei DSL Zugänge vorhandenen Redundanz ist die Arbeit bei Ausfall eines Zugangs stark eingeschränkt.

Für die Standorte Stendal und Staßfurt können diese doppelten DSL-Zugänge entfallen, wenn ein Router angeschafft wird, welcher durch die Trennung der Netzwerke in VLANs¹²⁸ dafür sorgt, dass der Datenverkehr von Schulungs- und Verwaltungsnetzwerk weiterhin getrennt bleibt. Eine solche Routingfunktion unterstützen beispielsweise die Geräte Zyxel ZyWALL 2WG und DrayTek Vigor 2710Vn. Um zu verhindern, dass der gesamte Standort bei Ausfall des einen DSL Zugangs offline ist, kann beim ZyWALL 2WG ein 3G Netzwerkadapter eingesteckt werden, welcher den Standort über einen Handy-Datentarif online bringt. Dadurch ist das Internet sowohl in der Verwaltung, also auch im Schulungsbereich – wenn auch langsamer – wieder nutzbar.

In Magdeburg ist diese Lösung nicht empfehlenswert, da dort ein DSL Zugang für die Verwaltung vorhanden ist und ein zweiter mit einer festen IP-Adresse für den Schulungsraum, der für SAP-Schulungen benötigt wird. Dieser Zugang ist mit 16.000 kbit/s Downloadbandbreite und 1.024 kbit/s Uploadbandbreite sehr großzügig dimensioniert. Da in Magdeburg die Hauptserver des Verzeichnisdienstes stationiert

¹²⁸ VLAN = Virtuelles Lokales Netzwerk (Virtual Local Area Network)

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

werden sollen, bietet es sich aus Gründen der Redundanz an, beide Anschlüsse zu behalten. Als Router ist für die angestrebte Zielsituation beispielsweise der Zyxel ZyWALL 35 geeignet, der über zwei WAN Anschlüsse mit einem integriertem Auto-Fail-Over und Load-Balancer verfügt. Dieses Gerät schaltet bei Ausfall eines DSL-Zugangs einfach auf den anderen um. Somit wird die Redundanz im Fehlerfall genutzt, um den Standort online und den Verzeichnisdienst erreichbar zu halten.

Am Standort Halle ist im Moment die für Staßfurt und Stendal genannte Lösung denkbar, diese wird im Rahmen der Masterthesis jedoch nicht favorisiert. Zum einen, weil mit dem Beginn des Ausbildungsganges „staatlich geprüfter Wirtschaftsassistent für Informationsverarbeitung“ auch in Halle ein Fest-IP-Anschluss für SAP Schulungen benötigt wird, zum anderen bietet es sich vor dem Hintergrund der ähnlichen DSL Zugangssituation wie in Magdeburg an, die IT-Lösung in Halle genauso wie in Magdeburg umzusetzen. Das verursacht nicht nur doppelte Kosten sondern bietet den überragenden Vorteil eine unternehmensinterne Ausfallsicherheit zu schaffen indem der Verzeichnisdienst ebenso in Halle wie in Magdeburg läuft. Diese Lösung bietet den Vorteil, dass bei Totalausfall des Standortes Magdeburg, beispielsweise durch längeren Stromausfall in Folge eines Elbe-Hochwassers, der Verzeichnisdienst für die anderen Standorte weiterhin uneingeschränkt verfügbar ist. Ob die Daten zwischen Halle und Stendal oder zwischen Magdeburg und Stendal ausgetauscht werden ist für die Mitarbeiter in Stendal unerheblich. Würde diese unternehmensweite Redundanz eingespart, so würde ein in Magdeburg ausgefallener Verzeichnisdienst die Arbeit sämtlicher Standorte deutlich einschränken.

6.1.3 Datenaustausch

Der Datenaustausch zwischen den Standorten erfolgt im Moment via E-Mail, das hat zur Folge, dass die Daten nicht immer konsistent sind, weil es mehrere Versionen einer Datei gibt. Innerhalb des Standorts Magdeburg erfolgt der Datenaustausch bereits serverbasiert, jeder Nutzer meldet sich am Server an und hat unterschiedliche Zugriffsrechte auf den Dateiserver. In Halle werden die Daten auch zentral auf einem PC mit Dateifreigabe abgelegt, jedoch hat dort jeder Nutzer Vollzugriff auf sämtliche Daten. Die Standorte Stendal und Staßfurt arbeiten nach

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

dem Peer-to-Peer-Prinzip, das bedeutet auf jedem PC stehen Daten für die anderen Nutzer, meist ebenfalls mit Vollzugriff, zur Verfügung. In den kleineren Standorten gibt es ebenso Dateifreigaben oder Datentransfer mittels USB-Stick.

Als Zielsituation ist angedacht mittels VPN ein virtuelles privates Netzwerk durch das Internet aufzuspannen und einen Verzeichnisdienst einzurichten. In diesem Verzeichnisdienst erhält jeder Nutzer ein persönliches Login und kann sich an jedem PC des Unternehmens anmelden und so Zugriff auf seine Daten und Ressourcen erlangen. Dies vereinfacht die Arbeit von Mitarbeitern, die regelmäßig in mehreren Standorten arbeiten, enorm und schafft eine erhöhte Datensicherheit, da bei der momentanen dezentralen Lösung die Datensicherung den Mitarbeitern selbst überlassen ist, bei dem Verzeichnisdienst jedoch automatisiert erfolgt.

Da durch den angedachten ADSL Zugang gerade die Uploadbandbreite begrenzt ist, ist es unumgänglich einen zentralen Internetzugang für alle Standorte zu vermeiden. Ein zentraler Internetzugang hat zur Folge, dass zwar nur an einem Standort eine Firewall betrieben werden muss und nur dort Maßnahmen zur Abwehr von Schadsoftware aus dem Internet ergriffen werden müssen. Nachteilig ist jedoch, dass sämtliche Downloads aus dem Netzwerk, also jede von einem Standort abgerufene Website über die Uploadbandbreite des Standortes mit dem zentralen Internetzugang an die Standorte übermittelt wird. Das bedeutet statt des 6000er Downstreams teilen sich alle Standorte den 576 kbit/s Upstream dieses einen Standortes. Dort entsteht ein Nadelöhr für die Onlinenutzung aller Standorte.

Zielsetzung ist deshalb, da alle Standorte die 6016 kbit/s Downloadbandbreite haben, den Internet- und E-Mail-Datenverkehr direkt durch die Standorte abwickeln zu lassen und nur die unternehmensinterne Datenkommunikation über das VPN abzuwickeln. Dadurch reduziert sich die Datenmenge des VPN auf den reinen Verzeichnisdienst.

Die Sicherung des Netzwerks durch eine Firewall erfolgt in den Standorten durch einen Router mit implementierter Firewall und Webfilter. Aufwendigere Lösungen können in den Standorten Magdeburg, Halle, Staßfurt und Stendal durch Virtualisierung auf dem PC des Verzeichnisdienst-Servers umgesetzt werden.

Als Verzeichnisdienst ist eine Linux basierte OpenLDAP Lösung angestrebt, dadurch

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

entfallen die Lizenzkosten für die Verzeichnisdienstsoftware, die Kosten für eine Administratoren-Schulung zur Einrichtung eines OpenLDAP-Verzeichnisdienstes sind vergleichbar mit denen einer eDirectory oder ActiveDirectory Schulung von lizenzpflichtigen Verzeichnisdiensten.

Zur Dimensionierung des Verzeichnisdienst-Servers wurden der Server und die Clients in Magdeburg ausgewertet. Es wird angenommen, dass das Datenaufkommen der anderen Standorte ähnlich, aufgrund ihrer Aufgaben und Größe, tendenziell auch geringer ist als in Magdeburg.

Auf dem Server in Magdeburg liegen in den Dateifreigaben Daten mit einem Volumen von aufgerundet 5 GB, auf jedem der 13 PCs sind durchschnittlich 1,13 GB Daten vorhanden, die auf dem Server abgelegt werden könnten. Unter der Annahme, dass das Datenvolumen anderer Standorte vergleichbar ist, ergibt sich unternehmensweit folgende Situation:

$$5 \text{ GB (zentrale Daten)} \times 6 \text{ Standorte}^{129} = 30,00 \text{ GB}$$

$$1,13 \text{ GB je PC} \times 44 \text{ Verwaltungs-PCs}^{130} = \underline{49,72 \text{ GB}}$$

$$\text{Datenmenge gesamt} = \underline{79,72 \text{ GB}}$$

Überschlägig ermittelt ist für den Verzeichnisdienst mit einem momentan vorhandenen unternehmensweiten Datenvolumen von rund 80 GB zu rechnen. Da in der ewS weder Grafiken entwickelt, noch Videos bearbeitet, sondern ausschließlich Textdateien verarbeitet werden, wird für die Dimensionierung des Verzeichnisdienstes von einem täglichen unternehmensweiten Datenzuwachs von durchschnittlich 20 MB ausgegangen, das entspricht ungefähr 758 einseitigen A4-Word-Dateien¹³¹. Das bedeutet an jedem Verwaltungs-PC müssten durchschnittlich 17 A4 Seiten täglich erstellt werden.

129 Es werden in dieser überschlägigen Rechnung nur die in dieser Masterthesis betrachteten Standorte einbezogen, da auch nur für diese die Anzahl der Verwaltungs-PCs vorliegt.

130 Siehe 3.7

131 Eine komplett beschriebene einseitige A4-Word-Datei, wurde von mir exemplarisch erstellt und war ohne Kompression 27 KByte groß.
Daraus ergibt sich: $20 \text{ MB} \times 1024 = 20480 \text{ KByte} : 27 \text{ KByte} = 758,52 \text{ Dateien}$

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

Daraus folgt, dass sich bei 365 Tagen¹³² im Jahr und 20 MB täglich ein jährlicher Datenzuwachs von 7300 MB, also rund 7,13 GB¹³³ ergibt. Das bedeutet bei konstantem Datenzuwachs und überschlägig gerechneten 10 GB¹³⁴ Datenzuwachs jährlich, nach 5 Jahren 50 GB Zuwachs zuzüglich der bereits vorhandenen Datenmenge von rund 80 GB eine Gesamtmenge von 130 GB. Daraus folgt, dass ein Verzeichnisdienst-Server theoretisch bereits mit einer 250 GB Festplatte ausreichend dimensioniert ist.

Die täglichen 20 MB wären zwischen den Standorten bei 576 kbit/s Upload in überschlägig gerechnet rund 5 Minuten übertragen. In der Praxis werden die Daten zwischen den verschiedenen Verzeichnisdienst-Servern jedoch nicht am Stück übertragen. Die Verzeichnisdienst-Server synchronisieren ihren Datenbestand bei einer Änderung, also bei jedem Schreibzugriff automatisch, so dass die Daten nur bei Bedarf übermittelt werden. Daraus ist erkennbar, dass die 576 kbit/s Upload sowohl für die VoIP Telefonie, also auch für Internet- und VPN-Zugang ausreichend dimensioniert sein sollten.

Es empfiehlt sich beim Verzeichnisdienst auf eine sogenannte Multimaster-Lösung zu setzen, bei der mehrere synchronisierte gleichberechtigte Verzeichnisdienst-Server im Unternehmen existieren. Diese Lösung sichert den fortlaufenden Betrieb bei Ausfall eines Verzeichnisdienst-Servers ab.

Die kleinen Standorte Gardelegen, Osterburg, Havelberg, Seehausen, Tangerhütte und Tangermünde verbinden sich über das VPN mit dem Verzeichnisdienst, ohne jedoch selbst einen Server zu besitzen. Das bedeutet bei Ausfall des DSLs in diesen Standorten ist die Arbeit stark eingeschränkt, da der Zugriff auf den Verzeichnisdienst erst bei funktionsfähiger Internetverbindung, gegebenenfalls über den 3G Netzwerkadapter, wieder möglich ist. Dies ist aufgrund der Standortgröße jedoch eine vertretbare Lösung.

Die größeren Standorte Magdeburg, Halle, Staßfurt und Stendal, in denen auch deutlich mehr Mitarbeiter sind, erhalten einen eigenen Verzeichnisdienst-Server, so

132 Das Jahr hat zwar nicht 365 Werktage, aber dadurch wird gleich eine kleine Reserve für die Dimensionierung des Verzeichnisdienstes eingerechnet.

133 1 GB = 1024 MB

134 10 GB um sicher zu stellen, dass auch die Daten der kleineren, hier nicht betrachteten, Standorte auf dem Verzeichnisdienst-Server abgelegt werden können.

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

dass sie bei DSL-Ausfall dennoch weiter arbeiten können, jedoch ohne Synchronisation mit den Verzeichnisdienst-Servern der anderen Standorte. Die Synchronisation wird mit Wiederherstellung der DSL-Verbindung nachgeholt. In Staßfurt und Stendal kann bei der angestrebten Lösung die Verbindung aushilfsweise über den 3G Netzwerkadapter hergestellt werden und in Magdeburg und Halle sind zwei DSL Zugänge vorhanden. Fällt der Verzeichnisdienst-Server in einem Standort aus, arbeiten die Mitarbeiter – dank der Multimaster-Architektur des Verzeichnisdienstes – einfach auf einem anderem Verzeichnisdienst-Server weiter, lediglich im geringeren Tempo der Datenübertragung vom entfernten Verzeichnisdienst-Server zum Arbeitsplatz-PC kann sich das bemerkbar machen.

Um eine zusätzliche Redundanz zu schaffen erhalten die Standorte Halle und Magdeburg jeweils zwei Verzeichnisdienst-Server, um im Falle eines Defektes problemlos weiterarbeiten zu können und zusätzliche Ausfallsicherheit zu schaffen. Da Halle bei einem Totalausfall Magdeburgs die Arbeit der anderen Standorte aufrecht erhalten soll, wird dort die gleiche Infrastruktur wie in Magdeburg geschaffen.

Die Datensicherung ist einmal durch die Redundanz der insgesamt 6 Verzeichnisdienst-Server gegeben, die sich über VPN synchronisieren. Bei Ausfall eines Servers greift das Netzwerk einfach auf einen anderen zu. In jedem dieser Server kann durch einen Festplatten-Verband¹³⁵ dem Ausfall des Servers bei einem Festplattendefekt vorgebeugt werden. Durch den Betrieb von zwei Netzwerkspeichern, einem in Magdeburg und einem in Halle, werden die Daten des Verzeichnisdienstes regelmäßig zusätzlich gesichert. Werden in Magdeburg und Halle zusätzlich Backups nach dem Grandfather-Father-Son-Prinzip¹³⁶ auf Wechseldatenträgern angelegt und auch extern gelagert, so ist dieses angestrebte Szenario gut gegen Datenverlust und Totalausfall gesichert.

Wird der Verzeichnisdienst-Server nicht direkt auf die Serverhardware installiert, sondern virtualisiert auf dem Server betrieben, so ergeben sich aus Anwendersicht daraus keine Nachteile, aus Administratorensicht sogar Vorteile den Hardwareaustausch des Servers bei Defekt oder unzureichender Performance

¹³⁵ Im einfachsten Fall durch zwei gespiegelte Festplatten (Raid 1 – Mirroring).

¹³⁶ Siehe 2.6.5.2

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

betreffend. Ein virtualisiertes System lässt sich nicht nur schneller migrieren, sondern auf einer Server-Hardware lassen sich mehrere virtualisierte Server betreiben, die sich die Leistung des Wirtssystems¹³⁷ teilen. Damit bietet sich die Chance andere Netzwerkdienste, wie Intrusion Detection, serverbasierte Endpoint Security Lösungen, Enterprise Resource Planning oder ein digitales Dokumentenmanagement auf der gleichen Hardware zu nutzen. Das bedeutet für zusätzliche Netzwerkdienste sind keine zusätzlichen Hardwareinvestitionen nötig so lange die Leistung des Servers ausreicht. Ferner ist die Festlegung auf ein Netzwerkbetriebssystem nicht nötig, da beispielsweise der Verzeichnisdienst auf einer virtualisierten Linux-Umgebung arbeitet, das digitale Dokumentenmanagement hingegen auf einem virtualisierten Windows-Server laufen kann.

6.1.4 Vorteile gegenüber momentaner Situation

In diesem Abschnitt werden die Vorteile der vorgeschlagenen Lösung zusammenfassend dargestellt:

- **Kostenreduktion:** Durch die Umstellung einzelner Standorte auf VoIP Telefonie und die Abschaffung der gemieteten TK-Anlagen werden die monatlichen Ausgaben für die TK-Infrastruktur reduziert.
- **Konfigurierbare TK-Infrastruktur:** Bei betriebsbedingten Veränderungen im Unternehmen bzw. Standort kann eine Änderung / Umstellung der TK-Anlage über das Online-Management-Portal von QSC durch eigene Mitarbeiter erfolgen, der kostenpflichtige Einsatz eines Siemens-Technikers entfällt.
- **Fernwartung der TK-Infrastruktur:** Sind Änderungen der Gerätekonfiguration an einem Standort nötig, so kann dies über das Online-Management-Portal von QSC erledigt werden ohne vor Ort sein zu müssen.
- **Redundante DSL Zugänge:** Fällt DSL aus, so kann in Magdeburg und Halle der zweite DSL-Zugang genutzt, in den anderen Standorten ein 3G Netzwerkadapter verwendet werden.
- **Datensicherheit:** Fällt der PC eines Mitarbeiters aus oder der Verzeichnisdienst-

¹³⁷ Wirtssystem bezeichnet den Computer mit Betriebssystem, auf dem die virtuellen Server ausgeführt werden.

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

Server eines Standortes, sind alle Daten noch auf anderen Verzeichnisdienst-Servern vorhanden.

- **Zentralisiertes Backup:** Die unregelmäßige, eigenständige Datensicherung durch die Mitarbeiter wird durch eine einheitliche automatische Backup-Lösung ersetzt.
- **Mehrere Backup-Generationen:** Ist eine länger nicht benutzte Datei beschädigt oder versehentlich gelöscht wurden, so lässt sie sich aus einer archivierten Datensicherung wieder herstellen.
- **Vorkehrungen gegen Störungen:** Fällt eine Hardware in einem Standort aus, so ist Ersatz meist im Unternehmen verfügbar und kann schnell zum Einsatz kommen.
- **Verzeichnisdienst:** Alle Mitarbeiter haben von allen Arbeitsplätzen Zugriff auf ihre Daten und nutzen freigegebene Netzwerkressourcen. Die Verwaltung der Freigaben und Nutzerkonten erfolgt zentral und damit standortübergreifend.
- **Datenkonsistenz:** Durch zentrale Datenablage arbeiten alle Mitarbeiter mit der gleichen Dateiversion. Beispiel: Erfolgt eine Änderung im Konzept einer standortübergreifenden Maßnahme, so sind diese Änderungen sofort an jedem Standort verfügbar.
- **Vermeidung doppelter Arbeit:** Bereits angelegte Tabellen, Formblätter oder Prospekte können von allen Standorten – zumindest als Vorlage – verwendet werden, die mehrfache Arbeitszeitaufwendung für die Erstellung von Informationsblättern oder Fahrtkostenabrechnungsvorlagen entfällt.
- **Telearbeitsplatz:** Durch Nutzung eines Hardware-VPN kann durch die Anschaffung eines VPN Endgerätes für den betreffenden Mitarbeiter ein Telearbeitsplatz eingerichtet werden.
- **Standortübergreifende serverbasierte Anwendungen:** Durch das VPN und virtualisierte Server ist es möglich andere serverbasierte Anwendungen in allen Standorten verfügbar zu machen. Beispielsweise für die Planung von Dozenteneinsätzen in mehreren Standorten.

6.1.5 Nachteile gegenüber momentaner Situation

Wo es Vorteile gibt, da gibt es natürlich auch Nachteile. Die hier zusammenfassend dargestellten Nachteile lassen sich durch entsprechende Gegenmaßnahmen, wie beispielsweise Antivirenschutz, Kontensicherheit und Redundanzen, teilweise reduzieren.

- **Abhängigkeit vom DSL:** Fällt DSL aus funktionieren auch die Telefone nicht mehr.
- **Besetztlampe:** Die Lampe neben den Funktionstasten ist bei einer VoIP-Lösung im Moment ohne Funktion, dass bedeutet man kann daran nicht erkennen ob der gewünschte Anschluss frei oder besetzt ist. Das ist vor allem für den Empfangs- / Vermittlungsarbeitsplatz von Bedeutung, da bisher auf einen Blick ersichtlich ist, ob der gewünschte Mitarbeiter gerade telefoniert.
- **Investitionsbedarf:** Die Umstellung im IT-Bereich ist mit hohen Investitionskosten verbunden.
- **Platzbedarf:** Die Racks für die Server und die andere benötigte Technik benötigen Platz und sind vor unbefugtem Zugriff zu schützen.
- **Stromverbrauch:** Jedes Gerät benötigt Strom. Bei der angestrebten Lösung kommen unternehmensweit nicht nur sechs neue Rechner als Verzeichnisdienstserver zum Einsatz, sondern auch VPN-Router und PoE-Switches.
- **Einrichtungsaufwand:** Die Einrichtung einer solchen Lösung sollte bezüglich des Multimaster-Verzeichnisdienstes unbedingt auf virtualisierten Computern experimentell durchgeführt und getestet werden.
- **Wartungsaufwand:** Die Wartung eines derart komplexen Systems ist kaum mehr von computer-affinen, jedoch nicht speziell geschulten, Mitarbeitern zu bewältigen.
- **Schadsoftware-Epidemie:** Eindringene Schadsoftware ist strukturbedingt nicht mehr auf nur einen PC oder Standort beschränkt, sondern kann das gesamte Netzwerk befallen.
- **Spionage:** Durch eindringen ins Netzwerk oder Schwachstellen des

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

Verzeichnisdienstes können nicht nur die Daten eines PCs oder eines Standortes, sondern alle Unternehmensdaten ausspioniert werden.

6.1.6 Festlegungen

Folgende Festlegungen sollten im Zusammenhang mit einer möglichen Umstellung von der Geschäftsführung getroffen werden. Dabei sind die Standortleitungen und Fachabteilungen beratend einzubeziehen.

- **Zeitplan** für die Umstellung unter Berücksichtigung der Kündigungsfristen.
- **Investitions- und Finanzierungsplan**
- **Versuchsstandort:** In welchem Standort soll die Umstellung mit entsprechendem zeitlichem Vorlauf geschehen? Zum einen um Erfahrungen für die komplette Umstellung zu sammeln und zum anderen um bei einer fehlgeschlagenen Umstellung rechtzeitig reagieren zu können, damit bei bereits erfolgter Kündigung nicht alle Standorte ohne Telefon und ohne DSL sind.
- **Projektverantwortliche Mitarbeiter:** Welche Mitarbeiter wirken an der Umsetzung mit? Wer ist projektverantwortlich und somit Ansprechpartner bei Fragen und Problemen? Welche Mitarbeiter werden im Betrieb mit der Wartung der Geräte betreut bzw. sind nach der Umstellung für die Geräte verantwortlich und dafür speziell zu schulen?
- **Festlegung des Rack-Standortes:** Wo soll das Rack mit der Technik in den jeweiligen Standorten aufgestellt werden? Wie wird sichergestellt, dass die Technik gegen Sabotageversuche und unberechtigten Zugriff versichert ist? Welche Mitarbeiter am Standort erhalten Schlüssel für das Rack?
- **Festlegung der Ressourcen:** Welche Mitarbeiter benötigen Zugriff auf welche Ressourcen? Welche Berechtigungen für die jeweiligen Ressourcen? Das ist in Abhängigkeit von der Arbeitsplatzbeschreibung und sonstiger Kompetenzen und Einsatzbereiche des Mitarbeiters und mit der jeweiligen Standortleitung abzustimmen.
- **Festlegung der Backup-Strategie:** Welche Backup-Strategie soll verwendet werden? Was kostet diese Backuplösung? Laufende Kosten entstehen durch die

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

Beschaffung von Wechseldatenträgern, die eventuell archiviert werden sollen.

- **Externe Datenträgeraufbewahrung:** Beinhaltet die Backup-Strategie die externe Datenträgeraufbewahrung? In welcher Form soll diese erfolgen? (Bei einem Dienstleistungsunternehmen, beim Verwaltungsleiter oder Geschäftsführer?)
- **Festlegungen zur Konten- und Passwortsicherheit,** damit einhergehend ist die Schulung und Sensibilisierung der Mitarbeiter zu diesem Thema nötig. (Passwortlänge, Gültigkeitsdauer, usw.)
- **Schulung der Mitarbeiter:** Wer und in welcher Form werden die Mitarbeiter in den Umgang mit dem Verzeichnisdienst und die dabei zu beachtenden Dinge eingewiesen?

6.2. Umstellung der Standorte

In diesem Abschnitt wird dargestellt, welche Verträge zu kündigen sind, welche neu abzuschließen sind und welche Geräte für die IT/TK-Infrastruktur entsprechend der vorgeschlagenen Zielsituation anzuschaffen sind.

Die einzelnen Abschnitte der Standorte ähneln sich teilweise stark (besonders der Abschnitt Ausfallsicherheit), damit gezielt nach den Umstellungen und den angestrebten Ausfallsicherheiten eines Standortes nachgeschlagen werden kann ohne den gesamten Abschnitt 6.2 durchlesen zu müssen.

6.2.1 Magdeburg

6.2.1.1 Kündigungen

Zu kündigen sind der Vertrag für die Siemens-TK-Anlage und der Verwaltungs-Anschluss, sowie sämtliche übernommenen Alt-Anschlüsse nebst DSL.

- Kündigung Siemens: Mindestlaufzeit bis 31.12.2011, 3 Monate Kündigungsfrist zum 31.12.2011, Verlängerung jeweils 12 Monate
- Kündigung Telefon und DSL Verwaltung: Mindestlaufzeit bis 24.01.2010, 3 Monate Kündigungsfrist zum 24.01.2010, Verlängerung jeweils 12 Monate

6.2.1.2 Neuabschluss

Neu abzuschließen sind ein einfacher T-Net Anschluss bei der Telekom, ADSL von QSC mit 6.016 kbit/s Download- und 576 kbit/s Uploadgeschwindigkeit, sowie QSC

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

VoIP Mietgeräte nebst Lizenzen für 60 Monate Vertragslaufzeit. Für die SAP-Schulungen im EDV-Raum und als zweiten DSL-Zugang ist ein 16.000er Fest-IP-Anschluss, ebenfalls von QSC, bereits vorhanden, erscheint für bessere Übersichtlichkeit und Kostentransparenz ebenfalls in dieser Tabelle.

Gerät / Anschluss	Preis / Monat	Anzahl	Summe / Monat
T-Net Anschluss	17,95 €	1	17,95 €
ADSL von QSC	51,00 €	1	51,00 €
<i>Fest-IP ADSL von QSC</i>	44,95 €	1	44,95 €
Telefon Vermittlung	5,60 €	1	5,60 €
Telefon Standard	2,60 €	9	23,40 €
ATA-Box	2,80 €	1	2,80 €
Schnurloses Telefon	0,90 €	1	0,90 €
VoIP Lizenzen	4,30 €	12	51,60 €
Monatliche Kosten gesamt (netto)			198,20 €

Tabelle 6.2.1.2.1 – Monatliche Kosten Neuabschluss Magdeburg

6.2.1.3 Ausfallsicherheit

Ausfall einer Telefonleitung

Bei Ausfall einer Telefonleitung funktionieren weder Telefon noch DSL. Durch den ZyWALL 35 wird der Datenverkehr einfach über die noch vorhandene Leitung abgewickelt. Die Telefonie ist dann entweder stark eingeschränkt (VoIP ohne QoS) oder temporär nicht mehr möglich.

Ausfall eines DSL

Bei Ausfall eines DSL können die Rechner automatisch über den zweiten DSL-Zugang eine Verbindung zum Internet herstellen, der ZyWALL 35 sendet alle Daten selbstständig über den noch funktionierenden DSL-Zugang. Funktioniert der Fest-IP-Anschluss nicht mehr, dann sind keine SAP Schulungen möglich, alles andere funktioniert uneingeschränkt. Fällt der mit dem QoS-Merkmal ausgestattete und für VoIP genutzte DSL Zugang aus, dann steht ein analoges Notfalltelefon zur Verfügung. Dank des analogen T-Net Anschlusses ist dort der Betrieb eines einfachen analogen Telefons möglich, so dass die Mitarbeiter wichtige Gespräche führen können, wodurch jedoch Telefonkosten entstehen. Über die QSC VoIP Online-Managementkonsole ist es auch möglich die Anrufe zu dem Standort von der VoIP

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

Rufnummer auf die T-Net Rufnummer, die nicht veröffentlicht werden sollte, umzuleiten, dadurch entstehen jedoch weitere Gesprächskosten. Diese Lösung eignet sich gut um den Standort, wenn auch eingeschränkt, ohne VoIP-Telefonie online und telefonisch erreichbar zu halten, die Rufumleitung kann beispielsweise von Halle aus konfiguriert werden.

Ausfall eines DSL-Modems

Wenn im Unternehmen ein Austauschgerät vorhanden ist, sollte der Austausch inklusive Anfahrt, Installation und Konfiguration in zwei Stunden zu bewältigen sein. DSL und VoIP-Telefonie stehen für diese Zeit eingeschränkt, also über das zweite Modem, zur Verfügung. Telefonie kann gegebenenfalls über das analoge Notfalltelefon und Rufumleitung auf den analogen Anschluss erfolgen. Bei Ausfall des Fest-IP- DSL-Modems steht der PC-Raum für SAP Schulungen nicht mehr zur Verfügung, alle sonstigen Anwendungen funktionieren uneingeschränkt über den anderen DSL-Anschluss. Beim Diensteanbieter des Fest-IP-Anschlusses ist schnellstmöglich ein neues Modem anzufordern.

Ausfall VPN / DSL Router

Wenn im Unternehmen ein Austauschgerät vorhanden ist, sollte der Austausch inklusive Anfahrt, Installation und Konfiguration in zwei Stunden zu bewältigen sein. DSL und VoIP-Telefonie stehen für diese Zeit nicht zur Verfügung, die Telefonie kann jedoch über das analoge Notfalltelefon und Rufumleitung auf den analogen Anschluss erfolgen.

Ausfall PoE-Switch

Wenn im Unternehmen ein Austauschgerät vorhanden ist, sollte der Austausch inklusive Anfahrt, Installation und Konfiguration in zwei Stunden zu bewältigen sein. VoIP-Telefonie steht für diese Zeit nicht zur Verfügung, kann jedoch über das analoge Notfalltelefon und Rufumleitung auf den analogen Anschluss erfolgen. Wenn die PCs über einen anderen Switch online gehen, sind diese vom Ausfall nicht betroffen.

Ausfall PC-Switch

Wenn im Unternehmen ein Austauschgerät vorhanden ist, sollte der Austausch inklusive Anfahrt, Installation und Konfiguration in zwei Stunden zu bewältigen sein. Die PCs können zwar nicht online gehen, jedoch steht die VoIP-Telefonie weiterhin zur Verfügung.

Ausfall Verzeichnisdienstserver

Bei der angedachten Struktur des Verzeichnisdienstes nutzen die PCs einfach den zweiten Verzeichnisdienstserver, dadurch ist die Arbeit im Standort weiterhin möglich. Der Austausch beziehungsweise die Reparatur des Servers nebst eventueller Neuinstallation beziehungsweise Konfiguration ist zeitlich schwer zu kalkulieren, weshalb keine Angabe zur Ausfallzeit erfolgt.

Totalausfall

Bei Totalausfall des Standortes Magdeburg sind die anderen Standorte nicht betroffen, da die systemrelevanten Komponenten ebenfalls in Halle installiert sind.

6.2.1.4 Anzuschaffende Hardware

Die anzuschaffende Hardware besteht aus einem VPN fähigen DSL-Router, wie beispielsweise das in 5.4.3 vorgestellte Gerät Zyxel ZyWALL 35, damit alle Standorte gleichzeitig Zugriff auf den kompletten Verzeichnisdienst haben. Für den ZyWALL 35 wird noch ein DSL-Modem für den VoIP-DSL-Anschluss benötigt, beim Fest-IP-Anschluss wird dieses vom Diensteanbieter gestellt. Ein PoE-Switch, wie beispielsweise der in 5.3.3 vorgestellte Netgear FS728TP mit 195 Watt PoE-Leistung, ist ebenso zu beschaffen wie zwei Server nebst unterbrechungsfreier Stromversorgung (USV) für den Verzeichnisdienst, wobei der eine als Hot-Standby-Server für den anderen fungiert. Die Anschaffung eines klimatisierten Racks und eines KVM-Umschalters ist ebenso notwendig wie die Anschaffung eines einfachen analogen Notfalltelefons. Die Anschaffung eines Netzwerkspeichers (NAS) als automatische Backup-Lösung wird dringend empfohlen. Für die Bestückung des Racks bieten sich eine einfache Mouse und Tastatur sowie einer der vielen noch funktionsfähigen, jedoch im Moment ungenutzten, 17" Röhrenmonitore an. Diese werden auf einen festen Zwischenboden des Racks gestellt.

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

Gerät	Preis	Anzahl	Summe	60 Monate
ZyWALL 35	546,00 €	1	546,00 €	9,10 €
D-Link DSL Modem	35,00 €	1	35,00 €	0,58 €
Netgear FS728TP	463,00 €	1	463,00 €	7,72 €
Server	750,00 €	2	1500,00 €	25,00 €
Klimat. Rack ¹³⁸	2883,60 €	1	2883,60 €	48,06 €
Netzwerkspeicher	300,00 €	1	300,00 €	5,00 €
Tastatur	20,00 €	1	20,00 €	0,33 €
Mouse	10,00 €	1	10,00 €	0,17 €
KVM-Umschalter	20,00 €	1	20,00 €	0,33 €
USV	300,00 €	1	300,00 €	5,00 €
Notfalltelefon	20,00 €	1	20,00 €	0,33 €
Kosten gesamt (netto)			6097,60 €	101,62 €

Tabelle 6.2.1.4.1 – Anzuschaffende Hardware Magdeburg

Bei der vorgeschlagenen Umstellung ist eine Ethernetverbindung zwischen dem EDV-Raum und der Verwaltung herzustellen, die dafür eventuell entstehenden Kosten sind vor Ort im Gespräch mit einem geeigneten Dienstleister zu ermitteln.

6.2.2 Halle

6.2.2.1 Kündigungen

Zu kündigen sind der Vertrag für die Siemens-TK-Anlage und der 2xS0 Anschluss, sowie sämtliche übernommenen Alt-Anschlüsse nebst DSL und der analoge Anschluss mit DSL des Schulungsraumes.

- Kündigung Siemens: Mindestlaufzeit bis 31.12.2011, 3 Monate Kündigungsfrist zum 31.12.2011, Verlängerung jeweils 12 Monate
- Kündigung 2 x S0: Mindestlaufzeit bis 24.01.2010, 3 Monate Kündigungsfrist zum 24.01.2010, Verlängerung jeweils 12 Monate
- Kündigung Telefon und DSL Verwaltung: Mindestlaufzeit bis 24.01.2010, 3 Monate Kündigungsfrist zum 24.01.2010, Verlängerung jeweils 12 Monate
- Kündigung Telefon und DSL Schulungsraum: Mindestlaufzeit bis 13.06.2011, 3 Monate Kündigungsfrist zum 13.06.2011, Verlängerung jeweils 12 Monate

¹³⁸ Im Preis ist Zubehör wie Steckdosenleiste, Fachböden, Montagezubehör usw. enthalten.

6.2.2.2 Neuabschluss

Neu abzuschließen sind ein einfacher T-Net Anschluss bei der Telekom, ADSL von QSC mit 6.016 kbit/s Download- und 576 kbit/s Uploadgeschwindigkeit, sowie QSC VoIP Mietgeräte nebst Lizenzen für 60 Monate Vertragslaufzeit. Für die SAP-Schulungen im EDV-Raum und als zweiten DSL-Zugang ist ein 16.000er Fest-IP-Anschluss, ebenfalls von QSC zu bestellen.

<i>Gerät / Anschluss</i>	<i>Preis / Monat</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe / Monat</i>
T-Net Anschluss	17,95 €	1	17,95 €
ADSL von QSC	51,00 €	1	51,00 €
Fest-IP ADSL von QSC	44,95 €	1	44,95 €
Telefon Vermittlung	5,60 €	1	5,60 €
Telefon Standard	2,60 €	6	15,60 €
ATA-Box	2,80 €	1	2,80 €
Schnurloses Telefon	0,90 €	1	0,90 €
VoIP Lizenzen	4,30 €	9	38,70 €
Monatliche Kosten gesamt (netto)			177,50 €

Tabelle 6.2.2.2.1 – Monatliche Kosten Neuabschluss Halle

6.2.2.3 Ausfallsicherheit

Ausfall einer Telefonleitung

Bei Ausfall einer Telefonleitung funktionieren weder Telefon noch DSL. Durch den ZyWALL 35 wird der Datenverkehr einfach über die noch vorhandene Leitung abgewickelt. Die Telefonie ist dann entweder stark eingeschränkt (VoIP ohne QoS) oder temporär nicht mehr möglich.

Ausfall eines DSL

Bei Ausfall eines DSL können die Rechner automatisch über den zweiten DSL-Zugang eine Verbindung zum Internet herstellen, der ZyWALL 35 sendet alle Daten selbstständig über den noch funktionierenden DSL-Zugang. Funktioniert der Fest-IP-Anschluss nicht mehr, dann sind keine SAP Schulungen möglich, alles andere funktioniert uneingeschränkt. Fällt der mit dem QoS-Merkmal ausgestattete und für VoIP genutzte DSL Zugang aus, dann steht ein analoges Notfalltelefon zur Verfügung. Dank des analogen T-Net Anschlusses ist dort der Betrieb eines einfachen analogen Telefons möglich, so dass die Mitarbeiter wichtige Gespräche

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

führen können, wodurch jedoch Telefonkosten entstehen. Über die QSC VoIP Online-Managementkonsole ist es auch möglich die Anrufe zu dem Standort von der VoIP Rufnummer auf die T-Net Rufnummer, die nicht veröffentlicht werden sollte, umzuleiten, dadurch entstehen jedoch weitere Gesprächskosten. Diese Lösung eignet sich gut um den Standort, wenn auch eingeschränkt, ohne VoIP-Telefonie online und telefonisch erreichbar zu halten, die Rufumleitung kann beispielsweise von Magdeburg aus konfiguriert werden.

Ausfall eines DSL-Modems

Wenn im Unternehmen ein Austauschgerät vorhanden ist, sollte der Austausch inklusive Anfahrt, Installation und Konfiguration in zwei Stunden zu bewältigen sein. DSL und VoIP-Telefonie stehen für diese Zeit eingeschränkt, also über das zweite Modem, zur Verfügung. Telefonie kann gegebenenfalls über das analoge Notfalltelefon und Rufumleitung auf den analogen Anschluss erfolgen. Bei Ausfall des Fest-IP- DSL-Modems steht der PC-Raum für SAP Schulungen nicht mehr zur Verfügung, alle sonstigen Anwendungen funktionieren uneingeschränkt über den anderen DSL-Anschluss. Beim Diensteanbieter des Fest-IP-Anschlusses ist schnellstmöglich ein neues Modem anzufordern.

Ausfall VPN / DSL Router

Wenn im Unternehmen ein Austauschgerät vorhanden ist, sollte der Austausch inklusive Anfahrt, Installation und Konfiguration in zwei Stunden zu bewältigen sein. DSL und VoIP-Telefonie stehen für diese Zeit nicht zur Verfügung, die Telefonie kann jedoch über das analoge Notfalltelefon und Rufumleitung auf den analogen Anschluss erfolgen.

Ausfall PoE-Switch

Wenn im Unternehmen ein Austauschgerät vorhanden ist, sollte der Austausch inklusive Anfahrt, Installation und Konfiguration in zwei Stunden zu bewältigen sein. VoIP-Telefonie steht für diese Zeit nicht zur Verfügung, kann jedoch über das analoge Notfalltelefon und Rufumleitung auf den analogen Anschluss erfolgen. Wenn die PCs über einen anderen Switch online gehen, sind diese vom Ausfall nicht betroffen.

Ausfall PC-Switch

Wenn im Unternehmen ein Austauschgerät vorhanden ist, sollte der Austausch inklusive Anfahrt, Installation und Konfiguration in zwei Stunden zu bewältigen sein. Die PCs können zwar nicht online gehen, jedoch steht die VoIP-Telefonie weiterhin zur Verfügung.

Ausfall Verzeichnisdienstserver

Bei der angedachten Struktur des Verzeichnisdienstes nutzen die PCs einfach den zweiten Verzeichnisdienstserver, dadurch ist die Arbeit im Standort weiterhin möglich. Der Austausch beziehungsweise die Reparatur des Servers nebst eventueller Neuinstallation beziehungsweise Konfiguration ist zeitlich schwer zu kalkulieren, weshalb keine Angabe zur Ausfallzeit erfolgt.

Totalausfall

Bei Totalausfall des Standortes Halle sind die anderen Standorte nicht betroffen, da die systemrelevanten Komponenten ebenfalls in Magdeburg installiert sind.

6.2.2.4 Anzuschaffende Hardware

Die anzuschaffende Hardware besteht aus einem VPN fähigen DSL-Router, wie beispielsweise das in 5.4.3 vorgestellte Gerät Zyxel ZyWALL 35, damit die Mitarbeiter aus Halle Zugriff auf den kompletten Verzeichnisdienst haben und alle Standorte bei Ausfall des Standortes Magdeburg auf den Verzeichnisdienst in Halle zugreifen können. Für den ZyWALL 35 wird noch ein DSL-Modem für den VoIP-DSL-Anschluss benötigt, beim Fest-IP-Anschluss wird dieses vom Diensteanbieter gestellt. Ein PoE-Switch, wie beispielsweise der in 5.3.2 vorgestellte Zyxel ES-2108PWR mit vier QoS-Queues, ist ebenso zu beschaffen zwei Server nebst unterbrechungsfreier Stromversorgung (USV) für den Verzeichnisdienst, wobei der eine als Hot-Standby-Server für den anderen fungiert. Die Anschaffung eines klimatisierten Racks und eines KVM-Umschalters ist ebenso notwendig wie die Anschaffung eines einfachen analogen Notfalltelefons. Die Anschaffung eines Netzwerkspeichers (NAS) als automatische Backup-Lösung wird dringend empfohlen. Für die Bestückung des Racks bieten sich eine einfache Mouse und Tastatur sowie einer der vielen noch funktionsfähigen, jedoch im Moment ungenutzten, 17“ Röhrenmonitore an. Diese

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

werden auf einen festen Zwischenboden des Racks gestellt.

Gerät	Preis	Anzahl	Summe	60 Monate
ZyWALL 35	546,00 €	1	546,00 €	9,10 €
D-Link DSL Modem	35,00 €	1	35,00 €	0,58 €
ES-2108PWR	263,00 €	1	263,00 €	4,38 €
Server	750,00 €	2	1500,00 €	25,00 €
Klimat. Rack ¹³⁹	2883,60 €	1	2883,60 €	48,06 €
Netzwerkspeicher	300,00 €	1	300,00 €	5,00 €
Tastatur	20,00 €	1	20,00 €	0,33 €
Mouse	10,00 €	1	10,00 €	0,17 €
KVM-Umschalter	20,00 €	1	20,00 €	0,33 €
USV	300,00 €	1	300,00 €	5,00 €
Notfalltelefon	20,00 €	1	20,00 €	0,33 €
Kosten gesamt (netto)			5897,60 €	98,28 €

Tabelle 6.2.2.4.1 – Anzuschaffende Hardware Halle

Bei der vorgeschlagenen Umstellung ist eine Ethernetverbindung zwischen dem EDV-Raum und der Verwaltung herzustellen, ebenso ist der Standort von WLAN auf kabelgebundenes LAN umzustellen. Möglicherweise sind die installierten Kabel dafür ausreichend dimensioniert. Das Rack und die Technik sollten in dem Lagerraum installiert werden, in dem sich momentan die TK-Anlage befindet. Dieser Raum ist zu belüften. Diese Umbauten sollten vor Ort mit einem entsprechendem Dienstleister besprochen werden.

6.2.3 Staßfurt

6.2.3.1 Kündigungen

In Staßfurt sind der 2 x S0 – Anschluss nebst DSL der Verwaltung und der analoge Anschluss nebst DSL des Schulungsraumes ebenso wie die Siemens-TK-Anlage zu kündigen.

- Kündigung Siemens: Mindestlaufzeit bis 31.12.2011, 3 Monate Kündigungsfrist zum 31.12.2011, Verlängerung jeweils 12 Monate
- Kündigung 2xS0 und DSL Verwaltung: Mindestlaufzeit bis 24.01.2010, 3 Monate Kündigungsfrist zum 24.01.2010, Verlängerung jeweils 12 Monate

¹³⁹ Im Preis ist Zubehör wie Steckdosenleiste, Fachböden, Montagezubehör usw. enthalten.

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

- Kündigung Telefon und DSL Schulungsraum: Mindestlaufzeit bis 24.01.2010, 3 Monate Kündigungsfrist zum 24.01.2010, Verlängerung jeweils 12 Monate

6.2.3.2 Neuabschluss

Neu abzuschließen sind ein einfacher T-Net Anschluss bei der Telekom, ADSL von QSC mit 6.016 kbit/s Download- und 576 kbit/s Uploadgeschwindigkeit, sowie QSC VoIP Mietgeräte nebst Lizenzen für 60 Monate Vertragslaufzeit.

Gerät / Anschluss	Preis / Monat	Anzahl	Summe / Monat
T-Net Anschluss	17,95 €	1	17,95 €
ADSL von QSC	51,00 €	1	51,00 €
Telefon Vermittlung	5,60 €	1	5,60 €
Telefon Standard	2,60 €	5	13,00 €
ATA-Box	2,80 €	1	2,80 €
Schnurloses Telefon	0,90 €	1	0,90 €
VoIP Lizenzen	4,30 €	8	34,40 €
Monatliche Kosten gesamt (netto)			125,65 €

Tabelle 6.2.3.2.1 – Monatliche Kosten Neuabschluss Staßfurt

6.2.3.3 Ausfallsicherheit

Ausfall Telefonleitung

Bei Ausfall der Telefonleitung funktionieren weder Telefon noch DSL. Durch den ZyWALL 2WG ist es jedoch möglich, wenn ein 3G Netzwerkadapter nebst Datentarif vorhanden ist mit diesem Adapter den Standort über ein Handynetz wieder online zu bringen. Die Installation des 3G Netzwerkadapters sollte inklusive Anfahrt in zwei Stunden zu erledigen sein.

Ausfall DSL

Bei DSL Ausfall können die Rechner ebenfalls über den 3G Netzwerkadapter online gehen, jedoch funktioniert die VoIP Telefonie nicht mehr. Dank des analogen T-Net Anschlusses ist dort der Betrieb eines einfachen analogen Telefons möglich, so dass die Mitarbeiter wichtige Gespräche führen können, wodurch jedoch Telefonkosten entstehen. Über die QSC VoIP Online-Managementkonsole ist es auch möglich die Anrufe zu dem Standort von der VoIP Rufnummer auf die T-Net Rufnummer, die nicht veröffentlicht werden sollte, umzuleiten, dadurch entstehen jedoch weitere Gesprächskosten. Diese Lösungen eignen sich gut um den Standort, wenn auch

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

eingeschränkt, ohne VoIP-Telefonie und ohne DSL online und telefonisch erreichbar zu halten, die Rufumleitung kann beispielsweise von Magdeburg aus konfiguriert werden.

Ausfall VPN / DSL Router

Wenn im Unternehmen ein Austauschgerät vorhanden ist, sollte der Austausch inklusive Anfahrt, Installation und Konfiguration in zwei Stunden zu bewältigen sein. DSL und VoIP-Telefonie stehen für diese Zeit nicht zur Verfügung, die Telefonie kann jedoch über das analoge Notfalltelefon und Rufumleitung auf den analogen Anschluss erfolgen.

Ausfall PoE-Switch

Wenn im Unternehmen ein Austauschgerät vorhanden ist, sollte der Austausch inklusive Anfahrt, Installation und Konfiguration in zwei Stunden zu bewältigen sein. VoIP-Telefonie steht für diese Zeit nicht zur Verfügung, kann jedoch über das analoge Notfalltelefon und Rufumleitung auf den analogen Anschluss erfolgen. Wenn die PCs über einen anderen Switch online gehen, sind diese vom Ausfall nicht betroffen.

Ausfall PC-Switch

Wenn im Unternehmen ein Austauschgerät vorhanden ist, sollte der Austausch inklusive Anfahrt, Installation und Konfiguration in zwei Stunden zu bewältigen sein. Die PCs können zwar nicht online gehen, jedoch steht die VoIP-Telefonie weiterhin zur Verfügung.

Ausfall Verzeichnisdienstserver

Bei der angedachten Struktur des Verzeichnisdienstes nutzen die PCs einfach den Verzeichnisdienstserver in Magdeburg, dadurch ist die Arbeit im Standort weiterhin möglich, wenn auch langsamer, da sämtlicher Datenverkehr zum Verzeichnisdienst nun nicht mehr lokal bewältigt, sondern via VPN über Magdeburg abgewickelt wird. Der Austausch beziehungsweise die Reparatur des Servers nebst eventueller Neuinstallation beziehungsweise Konfiguration ist zeitlich schwer zu kalkulieren, weshalb keine Angabe zur Ausfallzeit erfolgt.

Totalausfall

Bei Totalausfall des Standortes Staßfurt sind die anderen Standorte nicht betroffen, da keine systemrelevanten Komponenten in Staßfurt installiert sind.

6.2.3.4 Anzuschaffende Hardware

Die anzuschaffende Hardware besteht aus einem VPN fähigen DSL-Router, wie beispielsweise das in 5.4.1 vorgestellte Gerät Zyxel ZyWALL 2WG, damit die Mitarbeiter aus Staßfurt ebenfalls Zugriff auf den kompletten Verzeichnisdienst haben. Ein PoE-Switch, wie beispielsweise der in 5.3.2 vorgestellte Zyxel ES-2108PWR mit vier QoS-Queues, ist ebenso zu beschaffen wie ein kleiner Server für den lokalen Verzeichnisdienst unterbrechungsfreier Stromversorgung (USV). Die Anschaffung eines kleinen belüfteten Racks ist empfehlenswert, ebenso wie die Anschaffung eines einfachen analogen Notfalltelefons. Für die Bestückung des Racks bieten sich eine einfache Mouse und Tastatur sowie einer der vielen noch funktionsfähigen, jedoch im Moment ungenutzten, 17“ Röhrenmonitore an. Diese werden auf einen festen Zwischenboden des Racks gestellt.

Gerät	Preis	Anzahl	Summe	60 Monate
ZyWALL 2WG	175,00 €	1	175,00 €	2,92 €
ES-2108PWR	263,00 €	1	263,00 €	4,38 €
Server	750,00 €	1	750,00 €	12,50 €
Belüftetes Rack ¹⁴⁰	998,75 €	1	998,75 €	16,65 €
Tastatur	20,00 €	1	20,00 €	0,33 €
Mouse	10,00 €	1	10,00 €	0,17 €
USV	300,00 €	1	300,00 €	5,00 €
Notfalltelefon	20,00 €	1	20,00 €	0,33 €
Kosten gesamt (netto)			2536,75 €	42,28 €

Tabelle 6.2.3.4.1 – Anzuschaffende Hardware Staßfurt

Bei der vorgeschlagenen Umstellung ist eine Ethernetverbindung zwischen dem EDV-Raum und der Verwaltung herzustellen und möglicherweise sind die installierten Ethernetkabel aus dem Standortleitungsbüro in den Lagerraum, wo das Rack installiert werden könnte, zu verlängern, das sollte vor Ort mit einem entsprechendem Dienstleister besprochen werden und abhängig von den dadurch

¹⁴⁰ Im Preis ist Zubehör wie Steckdosenleiste, Fachböden, Montagezubehör usw. enthalten.

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

entstehenden Kosten kann der Standort des Racks überdacht werden.

6.2.4 Stendal

6.2.4.1 Kündigungen

In Stendal sind der 2 x S0 – Anschluss der TK-Anlage, der alte analoge Anschluss nebst DSL der Verwaltung und der analoge Anschluss nebst DSL des Schulungsraumes ebenso wie die Siemens-TK-Anlage zu kündigen.

- Kündigung Siemens: Mindestlaufzeit bis 31.12.2011, 3 Monate Kündigungsfrist zum 31.12.2011, Verlängerung jeweils 12 Monate
- Kündigung 2 x S0 Verwaltung: Mindestlaufzeit bis 24.01.2010, 3 Monate Kündigungsfrist zum 24.01.2010, Verlängerung jeweils 12 Monate
- Kündigung Telefon und DSL Verwaltung: Mindestlaufzeit bis 24.01.2010, 3 Monate Kündigungsfrist zum 24.01.2010, Verlängerung jeweils 12 Monate
- Kündigung Telefon und DSL Schulungsraum: Mindestlaufzeit bis 24.01.2010, 3 Monate Kündigungsfrist zum 24.01.2010, Verlängerung jeweils 12 Monate

6.2.4.2 Neuabschluss

Neu abzuschließen sind ein einfacher T-Net Anschluss bei der Telekom, ADSL von QSC mit 6.016 kbit/s Download- und 576 kbit/s Uploadgeschwindigkeit, sowie QSC VoIP Mietgeräte nebst Lizenzen für 60 Monate Vertragslaufzeit.

Gerät / Anschluss	Preis / Monat	Anzahl	Summe / Monat
T-Net Anschluss	17,95 €	1	17,95 €
ADSL von QSC	51,00 €	1	51,00 €
Telefon Vermittlung	5,60 €	1	5,60 €
Telefon Standard	2,60 €	6	15,60 €
ATA-Box	2,80 €	1	2,80 €
Schnurloses Telefon	0,90 €	1	0,90 €
VoIP Lizenzen	4,30 €	9	38,70 €
Monatliche Kosten gesamt (netto)			132,55 €

Tabelle 6.2.4.2.1 – Monatliche Kosten Neuabschluss Stendal

Bei Einrichtung dieser Lösung ist das EDV-Kabel, welches zwischen Rack und EDV-Raum verlegt ist zu reaktivieren.

6.2.4.3 Ausfallsicherheit

Ausfall Telefonleitung

Bei Ausfall der Telefonleitung funktionieren weder Telefon noch DSL. Durch den ZyWALL 2WG ist es jedoch möglich, wenn ein 3G Netzwerkadapter nebst Datentarif vorhanden ist mit diesem Adapter den Standort über ein Handynetz wieder online zu bringen. Die Installation des 3G Netzwerkadapters sollte inklusive Anfahrt in zwei Stunden zu erledigen sein.

Ausfall DSL

Bei DSL Ausfall können die Rechner ebenfalls über den 3G Netzwerkadapter online gehen, jedoch funktioniert die VoIP Telefonie nicht mehr. Dank des analogen T-Net Anschlusses ist dort der Betrieb eines einfachen analogen Telefons möglich, so dass die Mitarbeiter wichtige Gespräche führen können, wodurch jedoch Telefonkosten entstehen. Über die QSC VoIP Online-Managementkonsole ist es auch möglich die Anrufe zu dem Standort von der VoIP Rufnummer auf die T-Net Rufnummer, die nicht veröffentlicht werden sollte, umzuleiten, dadurch entstehen jedoch weitere Gesprächskosten. Diese Lösungen eignen sich gut um den Standort, wenn auch eingeschränkt, ohne VoIP-Telefonie und ohne DSL online und telefonisch erreichbar zu halten, die Rufumleitung kann beispielsweise von Magdeburg aus konfiguriert werden.

Ausfall VPN / DSL Router

Wenn im Unternehmen ein Austauschgerät vorhanden ist, sollte der Austausch inklusive Anfahrt, Installation und Konfiguration in zwei Stunden zu bewältigen sein. DSL und VoIP-Telefonie stehen für diese Zeit nicht zur Verfügung, die Telefonie kann jedoch über das analoge Notfalltelefon und Rufumleitung auf den analogen Anschluss erfolgen.

Ausfall PoE-Switch

Wenn im Unternehmen ein Austauschgerät vorhanden ist, sollte der Austausch inklusive Anfahrt, Installation und Konfiguration in zwei Stunden zu bewältigen sein. VoIP-Telefonie steht für diese Zeit nicht zur Verfügung, kann jedoch über das analoge Notfalltelefon und Rufumleitung auf den analogen Anschluss erfolgen. Wenn

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

die PCs über einen anderen Switch online gehen, sind diese vom Ausfall nicht betroffen.

Ausfall PC-Switch

Wenn im Unternehmen ein Austauschgerät vorhanden ist, sollte der Austausch inklusive Anfahrt, Installation und Konfiguration in zwei Stunden zu bewältigen sein. Die PCs können zwar nicht online gehen, jedoch steht die VoIP-Telefonie weiterhin zur Verfügung.

Ausfall Verzeichnisdienstserver

Bei der angedachten Struktur des Verzeichnisdienstes nutzen die PCs einfach den Verzeichnisdienstserver in Magdeburg, dadurch ist die Arbeit im Standort weiterhin möglich, wenn auch langsamer, da sämtlicher Datenverkehr zum Verzeichnisdienst nun nicht mehr Lokal bewältigt, sondern via VPN über Magdeburg abgewickelt wird. Der Austausch beziehungsweise die Reparatur des Servers nebst eventueller Neuinstallation beziehungsweise Konfiguration ist zeitlich schwer zu kalkulieren, weshalb keine Angabe zur Ausfallzeit erfolgt.

Totalausfall

Bei Totalausfall des Standortes Stendal sind die anderen Standorte nicht betroffen, da keine systemrelevanten Komponenten in Stendal installiert sind.

6.2.4.4 Anzuschaffende Hardware

Die anzuschaffende Hardware besteht aus einem VPN fähigen DSL-Router, wie beispielsweise das in 5.4.1 vorgestellte Gerät Zyxel ZyWALL 2WG, damit die Mitarbeiter aus Stendal ebenfalls Zugriff auf den kompletten Verzeichnisdienst haben. Ein PoE-Switch, wie beispielsweise der in 5.3.2 vorgestellte Zyxel ES-2108PWR mit vier QoS-Queues, ist ebenso zu beschaffen wie ein kleiner Server für den lokalen Verzeichnisdienst nebst unterbrechungsfreier Stromversorgung (USV) und ein einfaches analoges Notfalltelefon. Ein Rack ist bereits vorhanden, jedoch sind dort die im Lager befindlichen Lüfter zu montieren und diverses Zubehör¹⁴¹ ist noch zu erwerben. Für die Bestückung des Racks bieten sich eine einfache Mouse und Tastatur sowie einer der vielen noch funktionsfähigen, jedoch im Moment

¹⁴¹ Zubehör: Fachböden, Befestigungsmaterial, Steckdosenleiste, Kabelführung, Rangierbügel

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

ungenutzten, 17“ Röhrenmonitore an. Diese werden auf einen festen Zwischenboden des Racks gestellt.

Gerät	Preis	Anzahl	Summe	60 Monate
ZyWALL 2WG	175,00 €	1	175,00 €	2,92 €
ES-2108PWR	263,00 €	1	263,00 €	4,38 €
Server	750,00 €	1	750,00 €	12,50 €
Zubehör Rack	119,60 €	1	119,60 €	1,99 €
Tastatur	20,00 €	1	20,00 €	0,33 €
Mouse	10,00 €	1	10,00 €	0,17 €
USV	300,00 €	1	300,00 €	5,00 €
Notfalltelefon	20,00 €	1	20,00 €	0,33 €
Kosten gesamt (netto)			1657,60 €	27,62 €

Tabelle 6.2.4.4.1 – Anzuschaffende Hardware Stendal

Bei der vorgeschlagenen Umstellung ist eine Ethernetverbindung zwischen dem EDV-Raum und der Verwaltung zu reaktivieren.

6.2.5 Gardelegen

6.2.5.1 Kündigungen

In Gardelegen führt die Umstellung auf VoIP zu höheren Kosten als die bisherige Lösung, daher macht eine Umstellung betriebswirtschaftlich keinen Sinn und es sind keine Kündigungen nötig.

6.2.5.2 Neuabschluss

Da es wie in letzten Abschnitt zu keinen Änderungen an der TK-Technik kommt sind auch keine Neuabschlüsse nötig.

6.2.5.3 Ausfallsicherheit

Ausfall Telefonleitung

Bei der Telefonie ändert sich nichts, das heißt bei Ausfall der Telefonleitung funktionieren weder Telefon noch DSL. Durch den ZyWALL 2WG ist es jedoch möglich, wenn ein 3G Netzwerkadapter nebst Datentarif vorhanden ist mit diesem Adapter den Standort über ein Handynetzt wieder online zu bringen. Die Installation des 3G Netzwerkadapters sollte inklusive Anfahrt in zwei Stunden zu erledigen sein.

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

Ausfall DSL

Bei DSL Ausfall können die Rechner ebenfalls über den 3G Netzwerkadapter online gehen.

Ausfall VPN / DSL Router

Wenn im Unternehmen ein Austauschgerät vorhanden ist, sollte der Austausch inklusive Anfahrt, Installation und Konfiguration in zwei Stunden zu bewältigen sein. DSL steht für diese Zeit nicht zur Verfügung.

Totalausfall

Bei Totalausfall des Standortes Gardelegen sind die anderen Standorte nicht betroffen, da keine systemrelevanten Komponenten in Gardelegen installiert sind.

6.2.5.4 Anzuschaffende Hardware

Die anzuschaffende Hardware beschränkt sich auf einen VPN fähigen DSL-Router, wie beispielsweise das in 5.4.1 vorgestellte Gerät Zyxel ZyWALL 2WG, damit die Mitarbeiter aus Gardelegen ebenfalls Zugriff auf den Verzeichnisdienst haben. Die Anschaffung eines Racks ist nicht nötig.

<i>Gerät</i>	<i>Preis</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>60 Monate</i>
ZyWALL 2WG	175,00 €	1	175,00 €	2,92 €
Kosten gesamt (netto)			175,00 €	2,92 €

Tabelle 6.2.5.4.1 – Anzuschaffende Hardware Gardelegen

6.2.6 Osterburg

6.2.6.1 Kündigungen

In Osterburg führt die Umstellung auf VoIP zu höheren Kosten als die bisherige Lösung, daher macht eine Umstellung betriebswirtschaftlich keinen Sinn und es sind keine Kündigungen nötig.

6.2.6.2 Neuabschluss

Da es wie in letzten Abschnitt zu keinen Änderungen an der TK-Technik kommt sind auch keine Neuabschlüsse nötig.

6.2.6.3 Ausfallsicherheit

Ausfall Telefonleitung

Bei der Telefonie ändert sich nichts, das heißt bei Ausfall der Telefonleitung funktionieren weder Telefon noch DSL. Durch den ZyWALL 2WG ist es jedoch möglich, wenn ein 3G Netzwerkadapter nebst Datentarif vorhanden ist mit diesem Adapter den Standort über ein Handynetzt wieder online zu bringen. Die Installation des 3G Netzwerkadapters sollte inklusive Anfahrt in zwei Stunden zu erledigen sein.

Ausfall DSL

Bei DSL Ausfall können die Rechner ebenfalls über den 3G Netzwerkadapter online gehen.

Ausfall VPN / DSL Router

Wenn im Unternehmen ein Austauschgerät vorhanden ist, sollte der Austausch inklusive Anfahrt, Installation und Konfiguration in zwei Stunden zu bewältigen sein. DSL steht für diese Zeit nicht zur Verfügung.

Totalausfall

Bei Totalausfall des Standortes Osterburg sind die anderen Standorte nicht betroffen, da keine systemrelevanten Komponenten in Osterburg installiert sind.

6.2.6.4 Anzuschaffende Hardware

Die anzuschaffende Hardware beschränkt sich auf einen VPN fähigen DSL-Router, wie beispielsweise das in 5.4.1 vorgestellte Gerät Zyxel ZyWALL 2WG, damit die Mitarbeiter aus Osterburg ebenfalls Zugriff auf den Verzeichnisdienst haben. Die Anschaffung eines Racks ist nicht nötig.

<i>Gerät</i>	<i>Preis</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Summe</i>	<i>60 Monate</i>
ZyWALL 2WG	175,00 €	1	175,00 €	2,92 €
Kosten gesamt (netto)			175,00 €	2,92 €

Tabelle 6.2.6.4.1 – Anzuschaffende Hardware Osterburg

6.3 Zusammenfassung anzuschaffender Hardware

In diesem Punkt wird die in 6.2 für die einzelnen Standorte anzuschaffende Hardware nochmals zusammengefasst, um einen Überblick über die dadurch entstehenden

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

Kosten zu erhalten. Im unteren Abschnitt der Tabelle sind die Geräte aufgeführt, die je einmal im Unternehmen vorgehalten werden sollten, um im Falle eines Defektes in einem der Standorte schnell reagieren zu können. Ist dieses Austauschgerät dann im Einsatz und das ersetzte Gerät ist tatsächlich irreparabel beschädigt, dann sollte schnellstmöglich ein neues Austauschgerät angeschafft werden, um im Falle eines weiteren Ausfalls vorbereitet zu sein.

6.3.1 Anzuschaffende Hardware Telefonie

Um die vorgeschlagene Telefonielösung umzusetzen ist die Anschaffung folgender Hardware nötig:

Gerät	Preis	Anzahl	Summe	60 Monate
Netgear FS728TP	463,00 €	1	463,00 €	7,72 €
ES-2108PWR	263,00 €	3	789,00 €	13,15 €
Notfalltelefon	20,00 €	4	80,00 €	1,33 €
Kosten gesamt (netto)			1332,00 €	22,20 €

Tabelle 6.3.1.1 – Anzuschaffender Hardware Telefonie

6.3.2 Eventuelle Austauschhardware Telefonie

Für den im Standort Magdeburg verwendeten PoE-Switch, Netgear FS728TP, wird kein Austauschgerät vorgehalten, da ein solches Gerät recht kostspielig ist. Im Falle eines Defektes bietet es sich an behelfsweise den Zyxel ES-2109PWR zu installieren und für den Netgear FS728TP schnellstmöglich Ersatz zu beschaffen. Dadurch halten sich die Kosten für Austauschhardware in Grenzen und in Magdeburg ist dennoch die Telefonie auf sieben der elf Telefone möglich.

Um im Falle eines defekten Gerätes schnell Ersatz zu haben und nicht auf neue Hardware warten zu müssen – die möglicherweise vor Ort gar nicht beschafft werden kann – , empfiehlt sich das Vorhalten folgender Austauschgeräte:

Gerät	Preis	Anzahl	Summe	60 Monate
ES-2108PWR	263,00 €	1	263,00 €	4,38 €
Notfalltelefon	20,00 €	1	20,00 €	0,33 €
Kosten gesamt (netto)			283,00 €	4,71 €

Tabelle 6.3.2.1 – Austausch-Hardware Telefonie

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

Kommt ein Austauschgerät zum Einsatz, so ist dafür schnellstmöglich wieder Ersatz zu beschaffen, um bei einem weiteren Ausfall reagieren zu können.

6.3.3 Anzuschaffende Hardware EDV

Um die vorgeschlagene IT-Lösung umzusetzen ist die Anschaffung folgender Hardware nötig:

Gerät	Preis	Anzahl	Summe	60 Monate
ZyWALL 35	546,00 €	2	1092,00 €	18,20 €
ZyWALL 2WG	175,00 €	4	700,00 €	11,67 €
D-Link DSL Modem	35,00 €	2	70,00 €	1,17 €
Server	750,00 €	6	4500,00 €	75,00 €
Klimat. Rack	2883,60 €	2	5767,20 €	96,12 €
Belüftetes Rack	998,75 €	1	998,75 €	16,65 €
Zub. Rack Stendal	119,60 €	1	119,60 €	1,99 €
Netzwerkspeicher	300,00 €	2	600,00 €	10,00 €
Tastatur	20,00 €	4	80,00 €	1,33 €
Mouse	10,00 €	4	40,00 €	0,67 €
KVM-Umschalter	20,00 €	2	40,00 €	0,67 €
USV	300,00 €	4	1200,00 €	20,00 €
Kosten gesamt (netto)			15207,55 €	253,47 €

Tabelle 6.3.3.1 – Anzuschaffender Hardware EDV

6.3.4 Eventuelle Austauschhardware EDV

Um im Falle eines defekten Gerätes schnell Ersatz zu haben und nicht auf neue Hardware warten zu müssen – die möglicherweise vor Ort gar nicht beschafft werden kann – , empfiehlt sich das Vorhalten folgender Austauschgeräte:

Gerät	Preis	Anzahl	Summe	60 Monate
ZyWALL 35	546,00 €	1	546,00 €	9,10 €
ZyWALL 2WG	175,00 €	1	175,00 €	2,92 €
D-Link DSL Modem	35,00 €	1	35,00 €	0,58 €
HUAWEI E800 (3G)	97,00 €	1	97,00 €	1,62 €
Kosten gesamt (netto)			853,00 €	14,22 €

Tabelle 6.3.4.1 – Austausch-Hardware EDV

Kommt ein Austauschgerät zum Einsatz, so ist dafür schnellstmöglich wieder Ersatz zu beschaffen, um bei einem weiteren Ausfall reagieren zu können.

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

6.3.5 Gesamtübersicht

Die Gesamtübersicht stellt die notwendigen Geräte sowohl für die Telefonie-, als auch für die IT-Umstellung, nebst Austauschgeräten, dar.

Gerät	Preis	Anzahl	Summe	60 Monate
ZyWALL 35	546,00 €	2	1092,00 €	18,20 €
ZyWALL 2WG	175,00 €	4	700,00 €	11,67 €
D-Link DSL Modem	35,00 €	2	70,00 €	1,17 €
Netgear FS728TP	463,00 €	1	463,00 €	7,72 €
ES-2108PWR	263,00 €	3	789,00 €	13,15 €
Server	750,00 €	6	4500,00 €	75,00 €
Klimat. Rack	2883,60 €	2	5767,20 €	96,12 €
Belüftetes Rack	998,75 €	1	998,75 €	16,65 €
Zub. Rack Stendal	119,60 €	1	119,60 €	1,99 €
Netzwerkspeicher	300,00 €	2	600,00 €	10,00 €
Tastatur	20,00 €	4	80,00 €	1,33 €
Mouse	10,00 €	4	40,00 €	0,67 €
KVM-Umschalter	20,00 €	2	40,00 €	0,67 €
USV	300,00 €	4	1200,00 €	20,00 €
Notfalltelefon	20,00 €	4	80,00 €	1,33 €
Kosten Notwendige Hardware (netto)			16539,55 €	275,67 €
ES-2108PWR	263,00 €	1	263,00 €	4,38 €
Notfalltelefon	20,00 €	1	20,00 €	0,33 €
ZyWALL 35	546,00 €	1	546,00 €	9,10 €
ZyWALL 2WG	175,00 €	1	175,00 €	2,92 €
D-Link DSL Modem	35,00 €	1	35,00 €	0,58 €
HUAWEI E800 (3G)	97,00 €	1	97,00 €	1,62 €
Kosten Hardware für Austausch (netto)			1136,00 €	18,93 €
Kosten gesamt (netto)			17675,55 €	294,60 €

Tabelle 6.3.5.1 – Zusammenfassung anzuschaffender Hardware

6.3.6 Monatliche Kosten 3G Netzwerkadapter

Der 3G Netzwerkadapter, der bei Ausfall des DSL in Standorten mit der ZyWALL 2WG zum Einsatz kommen kann, ist als Ersatz-DSL-Verbindung nur geeignet, wenn er über einen Vertrag mit Datenflatrate verfügt. Diese Flatrate ist mit monatlichen Kosten verbunden, die in der Gesamtbetrachtung nicht fehlen dürfen. Der Vertrag hat eine Laufzeit von 24 Monaten und verlängert sich jeweils um 24 Monate.

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

<i>Vertrag</i>	<i>Preis / Monat</i>	<i>Anzahl</i>	<i>Kosten / Monat</i>
E-Plus Flatrate	14,71 €	1	14,71 €
Kosten gesamt (netto)			14,71 €

Tabelle 6.3.6.1 – Monatliche Kosten 3G Netzwerkadapter

6.4 Kostenvergleich Momentan und Zielsituation

Es werden nun die momentanen Fixkosten mit den Fixkosten der in 6.1 vorgeschlagenen Zielsituation miteinander verglichen. Fixkosten meint dabei für die Momentansituation die Kosten jedes Standortes für Grundgebühr der Telefonanschlüsse, Grundgebühr und Flatrate der DSL-Zugänge und die Miete der TK-Anlage, nicht jedoch die Gesprächskosten. Bei der Zielsituation meinen die Fixkosten ebenfalls die Grundgebühr für den Telefonanschluss, die Grundgebühr nebst Flatrate für die DSL-Zugänge und die Mietkosten für VoIP-Geräte und Lizenzen, nicht jedoch die Gesprächskosten.

<i>Standort</i>	<i>Momentan (monatlich)</i>	<i>Zielsituation (monatlich)</i>	<i>Veränderung (monatlich)</i>	<i>Summe 60 Monate</i>
Magdeburg	367,69 €	198,20 €	-169,49 €	-10.169,40 €
Halle	374,65 €	177,50 €	-197,15 €	-11.829,00 €
Steißfurt	258,87 €	125,65 €	-133,22 €	-7.993,20 €
Stendal	285,62 €	132,55 €	-153,07 €	-9.184,20 €
Gardelegen	49,63 €	49,63 €	0,00 €	0,00 €
Osterburg	49,63 €	49,63 €	0,00 €	0,00 €
Summe (netto)	1.386,09 €	733,16 €	-652,93 €	-39175,80 €

Tabelle 6.4.1 – Fixkosten Vergleich Momentan- und Zielsituation

Die monatliche Ersparnis fällt aufgrund der niedrigeren Gesprächskosten¹⁴² sogar noch etwas höher aus als in der Tabelle angegeben. Da die Gesprächskosten jedoch sehr starken Schwankungen¹⁴³ unterliegen wurden sie in dieser Übersicht nicht berücksichtigt. Die Ersparnis unter Beachtung des ausgewerteten Telefonieverhaltens liegt jedoch dann nach Abschnitt 4.4.2 um 5832 € höher, also bei 45.007,80 €.

Diese Ersparnis lässt sich unternehmensweit erreichen, wenn nur die Umstellung der

¹⁴² Siehe Abschnitt 4.1

¹⁴³ Siehe Abschnitt 3

6 Umstellung von momentaner Situation auf Zielsituation

Telefonie erfolgt. Dafür sind Hardwareinvestitionen in Höhe von 1332,00 € nötig, zuzüglich 283,00 € für Austauschgeräte, um im Falle eines Defektes schnell reagieren zu können. Dadurch ergeben sich insgesamt einmalige Investitionen in Höhe 1615,00 € für die Umstellung der bisherigen Telefonie auf VoIP-Telefonie.

Soll auch die IT-Infrastruktur wie beschrieben verändert werden, so sind allein für die Hardwareanschaffung einmalige Investitionen in Höhe von 15207,55 €¹⁴⁴ nötig, dazu kommen nochmals Kosten in Höhe von 853,00 € für Austauschgeräte, um im Fehlerfall schnell Abhilfe schaffen zu können. Dadurch ergeben sich für die IT-Infrastrukturumstellung Gesamtkosten in Höhe von 16060,55 €. Dazu kommen die Kosten eventuell nötiger Umbauten.¹⁴⁵

Bei einer Umstellung auf VoIP-Telefonie und die VPN-IT-Lösung ergeben sich Hardwareanschaffungskosten in Höhe von 17675,55 € inklusive Ersatzhardware. Monatliche Kosten in Höhe von 14,71 € verursacht der 3G Netzwerkadapter, der im Falle eines DSL-Ausfalles die Standorte mit dem ZyWALL 2WG online bringt. Der Vertrag des 3G Adapters kostet über 60 Monate 882,60 €.

Diesen Ausgaben steht – ohne Berücksichtigung der reduzierten Gesprächskosten – eine voraussichtliche Einsparung von rund 39.000 € gegenüber, so dass es höchstwahrscheinlich selbst unter Berücksichtigung der in den Unterkapiteln des Kapitels 6.2 genannten notwendigen Umbaumaßnahmen betriebswirtschaftlich vertretbar ist die TK-Infrastruktur auf VoIP umzustellen und die IT-Infrastruktur nebst Datensicherheit und Ausfallsicherheit für alle Standorte deutlich zu verbessern.

144 Siehe Abschnitt 6.3

145 Siehe Abschnitt 6.2

7 Zusammenfassung

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Umstellung der bisherigen TK-Infrastruktur, bestehend aus ISDN und 2 x S0 Anschlüssen mit getrennten ADSL Zugängen für Verwaltungs- und Schulungsnetzwerk und Siemens TK-Mietanlagen, auf eine VoIP Mietlösung, bei der die TK-Anlagen-Merkmale vom Diensteanbieter nachgebildet werden nicht in jedem Falle preiswerter ist.

Gerade in den kleineren Standorten sind die vergleichsweise teuren DSL-Zugänge mit QoS und die gemieteten Geräte deutlich teurer als die bisherige Telefonielösung mit ISDN Endgeräten oder eigenen kleinen TK-Anlagen, wie beispielsweise in Gardelegen. Die im Vergleich zu den bisherigen Preisen bei VoIP deutlich geringeren Gesprächsgebühren wiegen die Mehrausgaben für Anschluss und Geräte nicht auf.

In den größeren Standorten ist die Umstellung auf VoIP sinnvoll, wenn Sie zu einer Ablösung der Siemens-TK-Anlagen führt. Es ist betriebswirtschaftlich absolut notwendig die Zeit des parallelen Betriebs von Siemens-TK-Anlage und VoIP Mietgeräten, die so genannte sanfte Migration, so kurz wie möglich zu halten, weil in dieser Zeit mit erheblichen Mehrkosten zu rechnen ist.

Da die Verträge mit Siemens alle bis Ende des Jahres 2011 laufen, sollten die ersten Versuchsumstellungen im dritten Quartal 2011 in ein oder zwei Standorten durchgeführt werden, um sicher zu stellen, dass die in dieser Masterthesis erarbeitete Zielsituation auch in der Praxis umsetzbar ist. Für diese Zeit fallen dann zwar die Mehrausgaben für beide Lösungen an, jedoch werden dadurch viele Erfahrungen für die möglicherweise gegen Jahresende 2011 stattfindende unternehmensweite Umstellung gewonnen. Die Grundgebühren für die bisherigen Anschlüsse müssen bei rechtzeitiger Kündigung nur bis 24. Januar 2012 gezahlt werden, so dass auch die Belastung durch die doppelten Grundgebühren nur kurzfristig auftritt.

Die in der fünfjährigen Vertragslaufzeit der VoIP Lösung theoretisch möglichen Einsparungen können genutzt werden, um die IT-Infrastruktur der ewS von einer dezentralen Peer-to-Peer Infrastruktur zu einer standortübergreifenden VPN-basierten Client/Server-Lösung umzustellen. Dadurch wird nicht nur die tägliche Arbeit für die Mitarbeiter erleichtert, sondern es wird gleichzeitig eine bisher bei der

7 Zusammenfassung

ews unbekannte Redundanz und Datensicherheit geschaffen, die im Falle einer Störung die anderen Standorte nicht einschränkt und durch Notfallmaßnahmen die Ausfallzeit der betroffenen Geräte oder Standorte reduziert.

Die in dieser Masterthesis entwickelte Lösung zur IT-Infrastrukturumstellung ist, da bisher keinerlei vergleichbare Technik vorhanden ist, mit erheblichen einmaligen Investitionskosten verbunden. Einsparmöglichkeiten ergeben sich eventuell bei einer Reduzierung der Redundanz im Verzeichnisdienst oder dem Verzicht auf klimatisierte Racks, beides ist jedoch nicht erstrebenswert, da durch die errechnete Einsparung bei der Telefonie die Kosten für die genannten Lösung bereits nach rund zweieinhalbjähriger Nutzung amortisiert sind.

Im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung der IT der ews gilt es in Abstimmung mit der Geschäftsführung von Beginn an auf virtualisierte Server zu setzen, da dadurch die Integration von anderen Server basierten Dienstleistungen, wie beispielsweise Enterprise Ressource Planning, Digitales Dokumentenmanagement oder Endpoint Security Lösungen, einfach durch weitere virtualisierte Server umgesetzt werden können. Virtualisierung ermöglicht darüber hinaus die schnellere Migration auf andere Hardware, wenn die Leistung des Servers nicht mehr ausreichend ist oder dieser durch einen Hardwaredefekt ersetzt werden muss.

Für die Zeit bis zur Umstellung auf VoIP Telefonie kann, bei rechtzeitiger Kündigung durch die Abschaffung nicht benötigter Anschlüsse – die meist historisch bedingt sind – und durch die Zusammenführung der getrennten Verwaltungs- und Schulungs-DSL-Zugänge, ab 24. Januar 2010 bereits eine unternehmensweite Einsparung von monatlich rund 130 € netto erreicht werden. In Magdeburg ist eine Zusammenführung von Verwaltungs- und Schulungs-DSL-Zugängen aufgrund des Fest-IP-Anschlusses für SAP Schulungen nicht empfehlenswert, in Halle gilt es die Zusammenführung genau zu prüfen, da hier möglicherweise aufgrund der Entwicklung der Berufsfachschule ebenfalls ein Fest-IP-Anschluss für SAP benötigt wird. Diese beiden Standorte sind bei den genannten Einsparungen von 130 € monatlich nicht berücksichtigt, berücksichtigt sind jedoch die Standorte Staßfurt und Stendal, bei denen die Zusammenführung von Verwaltungs- und Schulungs-DSL-Zugängen möglich sein sollte. Damit das Schulungsnetzwerk weiterhin vom

Verwaltungsnetzwerk getrennt ist empfiehlt sich die Anschaffung eines Routers, der über konfigurierbare LAN-Anschlüsse verfügt und dadurch die Möglichkeit der Einrichtung mehrerer VLANs¹⁴⁶ für Schulungs- und Verwaltungsnetzwerk ermöglicht. Der Router Vigor 2710Vn von DrayTek kostet rund 156 € netto, das bedeutet die Anschaffungskosten zweier solcher Router haben sich aufgrund der Einsparung bereits nach rund zweieinhalb Monaten amortisiert.

Diese Geräte können bei Anschaffung der ZyWALL Geräte für die in dieser Masterthesis beschriebene Lösung als Ersatzgeräte für die kleineren Standorte vorgehalten werden. Die Anschaffung der ersten ZyWALL Geräte ein Jahr vor der möglichen unternehmensweiten Umstellung empfiehlt sich nicht, da in dieser Zeit durch Behebung möglicher Hard- und Softwarefehler und durch geänderte Firmware Inkompatibilitäten zwischen den zu unterschiedlichen Zeitpunkten gekauften Geräten auftreten können, die sich möglicherweise nicht ohne weiteres beheben lassen. Dieses Phänomen trat in der ews bereits bei zwei im Abstand eines halben Jahres erworbenen Netgear WLAN Access Points auf, die sich trotz gleichen Typs nur nach einem Firmwareupdate zur Zusammenarbeit bewegen ließen. Bis dies jedoch als Fehlerursache wahrgenommen wurde vergingen viele Stunden.

Es obliegt der Geschäftsführung zu entscheiden ob und in welchem Umfang die Umstellung der TK- und IT-Infrastruktur erfolgen soll beziehungsweise ob es vor der eigentlichen Umstellung eine Interimslösung gibt.

¹⁴⁶ VLAN = Virtuelles Lokales Netzwerk. (Virtual Local Area Network)

Literaturverzeichnis

Online-Quellen

<i>Quelle</i>	<i>Quellenbeschreibung</i>
Q01	Unbekannter Verfasser: ews in Magdeburg. URL: < http://www.ewsmagdeburg.de/html/ews.html >, verfügbar am 13.03.2009
Q02	Unbekannter Verfasser: Historie der ews. URL: < http://www.ews-schulen.de/ews/ews/historie.html >, verfügbar am 13.03.2009
Q03	Unbekannter Verfasser: Allgemeine Vorteile. URL: < http://www.qsc.de/de/qsc-voice/ipfonie/allgemeine-vorteile.html >, verfügbar am 20.03.2009
Q04	Wortmann, Till: Internet-Telefonie – Bequem und preiswert plaudern. URL: < http://www.manager-magazin.de/it/artikel/0,2828,316942,00.html >, verfügbar am 02.04.2009, Artikel vom 07.09.2004
Q05	Häußler, Oliver: Migration – Vorteile von VoIP voll ausspielen. URL: < http://www.cio.de/subnet/t-systems/1875839/index.html >, verfügbar am 02.04.2009
Q06	Unbekannter Verfasser: VPN (Virtual Private Network). URL: < http://www.tcp-ip-info.de/tcp_ip_und_internet/vpn.htm >, verfügbar am 10.04.2009
Q07	Unbekannter Verfasser: Codecs und Bandbreitenanforderungen. URL: < http://wiki.ip-phone-forum.de/voip:codecs:start >, verfügbar am 30.04.2009
Q08	Unbekannter Verfasser: Was bedeutet QoS / Quality of Service. URL: < http://www.voip-sip.de/faq/voip-faq-artikel-37-rubrik-1.htm >, verfügbar am 07.05.2009
Q09	Unbekannter Verfasser: IEEE 802.3af / Power-over-Ethernet (PoE). URL: < http://www.elektronik-kompodium.de/sites/net/0807021.htm >, verfügbar am 11.05.2009
Q010	Unbekannter Verfasser: IPsec – Security Architecture for IP. URL: < http://www.elektronik-kompodium.de/sites/net/0906191.htm >, verfügbar am 11.05.2009
Q011	Unbekannter Verfasser: PPTP – Point-to-Point Tunneling Protocol. URL: < http://www.elektronik-kompodium.de/sites/net/0906141.htm >, verfügbar am 13.05.2009

Quelle	Quellenbeschreibung
QO12	Unbekannter Verfasser: L2TP – Layer-2-Tunneling-Protocol. URL: < http://www.elektronik-kompodium.de/sites/net/0906131.htm >, verfügbar am 13.05.2009
QO13	Borchers, Detlef: Von Kosten und Nutzen bei Windows- und Linux-Servern. URL: < http://www.heise.de/newsticker/Von-Kosten-und-Nutzen-bei-Windows-und-Linux-Servern-/meldung/47828 >, verfügbar am 15.05.2009
QO14	Unbekannter Verfasser: Backup-Medien. URL: < http://www.computer-datenrettung.de/datensicherung/backup-medien.php >, verfügbar am 08.06.2009
QO15	Unbekannter Verfasser: ZyWALL 2WG Produktbeschreibung. URL: < http://www.zyxel.de >, verfügbar am 11.05.2009
QO16	Unbekannter Verfasser: ZyWALL 5 Produktbeschreibung. URL: < http://www.zyxel.de >, verfügbar am 11.05.2009
QO17	Unbekannter Verfasser: ZyWALL 35 Produktbeschreibung. URL: < http://www.zyxel.de >, verfügbar am 11.05.2009

Print-Quellen

Quelle	Quellenbeschreibung
QP1	Winkler, Lutz: Geschichte der Kommunikationstechnik. - 1994. - 17 S. Mittweida, Fachhochschule, Fachbereich Informationstechnik und Elektrotechnik, Lehrbrief
QP2	Winkler, Lutz: Das Fernsprechnet – Grundlagen. - ohne Jahresangabe. - 56 S. Mittweida, Fachhochschule, Fachbereich Informationstechnik und Elektrotechnik, Lehrbrief
QP3	Winkler, Lutz: Grundlagen der Kommunikationstechnik – Teil 2. - ohne Jahresangabe. - 42 S. Mittweida, Fachhochschule, Fachbereich Informationstechnik und Elektrotechnik, Lehrbrief
QP4	Mansmann, Urs: Beschwerdeflut – Was bei DSL alles schief gehen kann – c't 2009., Heft 9, Seite 152ff
QP5	Hein, Mathias: Energieverbrauch bei TK-Systemen oder: Der schwierige Weg zu „Green VoIP“ - 2008. - 8 S. Hilden, VAF Bundesverband

Literaturverzeichnis

Quelle	Quellenbeschreibung
	Telekommunikation e.V., Online unter: www.vaf-ev.de
QP6	Hallberg, Bruce: Netze IT-Tutorial – 2003. - 548 S. Bonn, mitp-Verlag
QP7	Unbekannter Autor: QSC VOIP-Endgerätebroschüre – 2008. - 16 S.
QP8	Ahlers, Ernst: Strom übers Netz – PoE Switches liefern Energie per Netzwirkkabel – c't 2009., Heft 10, Seite 134ff
QP9	Unbekannter Autor: Netgear FS728TP Datenblatt
QP10	Unbekannter Autor: HUAWEI E800 Datenblatt
QP11	Beier, Andreas; Vahldiek, Axel: Betriebssystem-Jongleure – c't 2009., Heft 11, Seite 134ff

Kontakt Daten ews

ews gemeinnützige Gesellschaft für Aus- und Weiterbildung mbH

Mittelstraße 25

39114 Magdeburg

Telefon: + 49 391 / 25 49 98-0

Fax: + 49 391 / 25 49 98-20

E-Mail: info@ewsmagdeburg.de

Website: www.ewsmagdeburg.de

Geschäftsführerin: Frau Elke Meister

Erklärung zur selbständigen Anfertigung der Arbeit

Ich erkläre, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

.....
Bearbeitungsort, Datum

.....
Daniel W. Peters

Thesen

Bei Sprachkommunikation über IP-Netze erfordert die Paketorientierung der Verbindung spezielle Verfahren zur Sicherstellung der Echtzeitkommunikation.

VoIP Telefonanlagen lassen sich nicht zwangsläufig preiswerter betreiben als herkömmliche Telefonanlagen.

Bei VoIP Telefonie funktionieren bei DSL-Ausfall auch keine Telefone.

Der Stromverbrauch von VoIP Telefonen, die durch Power-over-Ethernet versorgt werden ist niedriger als bei VoIP Telefonen mit Steckernetzteil.

Der VPN-Standard ermöglicht die preiswerte Verbindung mehrerer entfernter Netzwerke zu einem großem Netzwerk unter Nutzung der Internetverbindungen.

Die Verbindung entfernter Netzwerke durch das Internet hindurch erfordert Maßnahmen zur Angriffs- und Spionageabwehr.

In einer Client/Server-Umgebung sind Redundanzen zu schaffen, um bei Ausfall eines Servers die Clients weiterhin nutzen zu können.

Bei Aufstellung eines betriebswichtigen Verzeichnisdienst-Servers sind Vorkehrungen gegen unberechtigten Zugang zu dessen Hardware zu treffen.

Die regelmäßige Anlage von Datensicherungen ist sehr empfehlenswert.

Eine durchdachte Backup-Strategie berücksichtigt auch die Wiederherstellung von vor längerer Zeit gelöschten oder beschädigten Daten.